

Aus dem Institut für Tierpathologie der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. H. Sedlmeier)

**Strukturelle Besonderheiten und Altersveränderungen
an den nutritiven Blutgefäßen des Herzens
bei Reh (*Capreolus capreolus*)
und Rothirsch (*Cervus elaphus*)**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Herwart Krefß
aus Aschaffenburg

München 1961

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. A. Meyn

Referent: Prof. Dr. H. Sedlmeier

Tag der Promotion: 24. 2. 1961

Meinen lieben Eltern



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555622_0037

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	585
II. Literatur	585
A. Die arterio-venösen Anastomosen im Herzmuskel	585
B. Weitere Strukturbesonderheiten an Herzgefäßen	587
C. Altersveränderungen am Gefäßsystem	592
III. Eigene Untersuchungen	596
A. Material und Technik	596
B. Baueigentümlichkeiten an Herzgefäßen bei Reh und Rothirsch	598
1. Bau der großen Herzgefäße	598
2. Bau der mittleren Gefäße	601
3. Baueigentümlichkeiten der kleinen Gefäße	603
4. Gefäße mit besonderer Struktur	606
C. Altersveränderungen an Herzgefäßen bei Reh und Rothirsch	607
IV. Besprechung der Befunde	609
V. Zusammenfassung	611
VI. Schrifttum	612
Lebenslauf	618

Herrn Prof. Dr. H. Sedlmeier danke ich für die freundliche Überlassung des Themas zu vorliegender Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. E. Dahme für die Anregung zu dieser Arbeit und seinen jederzeit gewährten Rat.

Ebenso möchte ich den Herren Forstbeamten des Forstamtes Kürnach (Allgäu) für die Sammlung des Materials herzlich danken.

Strukturelle Besonderheiten und Altersveränderungen an den nutritiven Blutgefäßen des Herzens bei Reh (*Capreolus capreolus*) und Rothirsch (*Cervus elaphus*)¹⁾

von

H. Kreß

Mit 13 Abbildungen

(Eingegangen am 14. Januar 1962)

Die Herz- und Blutgefäßerkrankungen bei unseren Haustieren haben in den vergangenen Jahren in zunehmendem Maße das Interesse von Klinikern und Pathologen beansprucht. So liegt eine große Anzahl von Untersuchungen verschiedener Art über die Herzfunktion und ihre Störungen beim Hund [Detweiler, D. K. (1952, 1955, 1956, 1957, 1958)] und beim Schwein [Spörri, H. (1954)] vor. Morphologische Beiträge über Orthologie und Pathologie der Herz- und Lungenarterien [Fuchs, J. (1954), Baur, L. (1955), Schmidt, W. (1957), Dahme, E. (1957, 1958, 1960), Dahme, E. und Schlemmer, W. (1959), Heidenreich, J. (1960), Detweiler, D. K., Hubben, K. und Patterson, D. F. (1960)] verschiedener Haustiere haben unsere Kenntnisse über die Beziehungen zwischen Kreislaufstörungen und bestimmten (arteriosklerotischen!) Angiopathien wesentlich erweitert.

Im Rahmen einer vergleichenden Betrachtung des extra- und intramuralen Koronararteriensystems war es die Aufgabe der nachfolgend dargelegten Untersuchungen festzustellen, in welchem Maße auch bei wildlebenden Tieren (Reh und Rothirsch) strukturelle Variationen, Alterserscheinungen oder gar Erkrankungen an den Herzmuskelarterien vorkommen.

A. Die arterio-venösen Anastomosen im Herzmuskel

Die Veröffentlichungen über arterio-venöse Kurzschlüsse aus der zweiten Hälfte des vorigen und zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts [Sucquet (1862), Hoyer (1877), Grosser (1902) u. a.] lenkten das Augenmerk auf das Herz und dessen Versorgungsbahnen. So fand das Problem der in der Herzwand vorkommenden Anastomosen um die Jahrhundertwende vielfache Bearbeitung. Zur Darstellung der Anastomosen wurde eine Reihe

¹⁾ Vorliegende Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Priv. Doz. Dr. Dahme durchgeführt und hat der Tierärztlichen Fakultät München als Dissertationsschrift vorgelegen.

von Verfahren ausgearbeitet. Ruysch (zit. nach Spalteholz) bediente sich u. a. der Korrosionsmethode, während Cohnheim und v. Schulthess-Rechberg durch Unterbindung eines der großen Koronaräste am Hundeherzen das Nichtvorhandensein von Anastomosen zu beweisen suchten.

Hirsch und Spalteholz (1907) waren der Meinung, daß das Herz außerordentlich reich an Anastomosen sei. Der Nachweis gelang ihnen durch Unterbindung des Ramus descensus der linken Koronararterie am Hundeherzen. Damit zogen sie endgültig unter die bisher geltende Meinung, die Koronararterien seien Endarterien, einen Schlußstrich.

Nussbaum (1912) brachte einen weiteren Beweis anhand von Korrosionspräparaten nach Metallinjektionen, glaubte aber, daß die Gefäßnetze des Perikards erst mit zunehmendem Alter entstehen.

Spalteholz (1924) beschrieb die Arterien und ihre Kurzschlußapparate in der Herzwand anhand von Präparaten, welche durch Leinmassen mit Chromgelb oder Zinnober kenntlich gemacht waren. Er berichtete über Verlauf und Aufteilung der Arterien in der Herzwand des Menschen. Kurzschlußverbindungen wurden an Herzen von Mensch, Hausschwein und Hund gefunden. Sogar in jüngster Zeit stößt man noch auf Autoren, die die makroskopische Verteilung der Gefäße in der Herzwand studierten. So stellte Kàdàr (1956) durch korrosionsanatomische Untersuchungen bei Hund, Pferd, Katze, Rind, Mensch und Hausschwein die feinere arterio-venöse Topographie der Herzgefäße dar. Der Autor glaubt sogar, bei vergleichender Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Regelmäßigkeit und Konsequenz des „Zusammenbaues“ von Arterien und Venen auf die Leistungsfähigkeit des Herzens schließen zu können.

Bis zur Auffindung arterio-venöser Anastomosen in der Herzwand auf histologischem Wege sollten aber noch Jahre vergehen. Zahlreiche histologische Arbeiten über solche besonderen Gefäßverbindungen in anderen Organen und Körperregionen, sowohl bei Mensch und Tier, waren notwendig, um den Blick auf das Vorkommen solcher Gefäßbesonderheiten im Herzen zu lenken. So wurden von den morphologischen Struktureigentümlichkeiten peripherer Arterien die Glomusorgane oder Hoyer-Grosserschen-Organe wohl am ehesten und eingehendsten studiert. In ihrer Funktion sah man zunächst Wärmeregulierungen in exponierten Teilen der Peripherie.

Schumacher (1908) war einer der ersten, der am Glomus coccygeum des Menschen und den Glomeruli caudales der Säugetiere auf die epitheloide Wandung und das dort nahezu völlige Fehlen des elastischen Gewebes aufmerksam machte.

Clara (1927) betont in seiner umfassenden Arbeit über arterio-venöse Anastomosen der Vögel und Säugetiere ebenfalls das völlige Fehlen oder nur spärliche Vorhandensein des elastischen Anteils und sieht darin ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der eigentlichen Anastomosen gegenüber den Polstergefäßen, denn, so sagt er an anderer Stelle, „die epitheloide Modifikation der Muskelfasern kann, aber muß nicht unbedingt in jeder Anastomose vorkommen“.

Auch Mathis (1934) sieht in den arterio-venösen Anastomosen eine Einrichtung für die Blutstromregelung und glaubt, daß sich die epitheloiden Zellen aus denselben Zellen entwickeln, aus denen auch die glatten Muskelfasern entstehen.

1936 bis 1941 war es Watzka, der weitere Studien über Sperreinrichtungen und vor allem über arterio-venöse Anastomosen beim Menschen und verschiedenen Säugetieren veröffentlichte. Betont sei hier der Fund von arterio-venösen Anastomosen „in schönster Ausbildung“, wie er sagt, im Ovar vom Reh. Ebenso findet er gut ausgebildete Intimapolster an kleinen Arterien der Tuben und des Uterus nicht nur bei Mensch, Rind, Hund und Katze, sondern ebenfalls beim Reh. Ihre Aufgabe sieht er in der Umgebung des Kapillarnetzes, also in der Ableitung arteriellen Blutes direkt in die Vene.

Schumacher (1938) war es wiederum, der als erster den arterio-venösen Anastomosen mit epitheloider Wandauskleidung auch eine humorale Wirkung zuschreibt. So faßt er die Anastomosen ohne epitheloide Wandung als hämodynamisch wirkende Vasa privata, die mit epitheloider Wandung als hauptsächlich chemisch wirkende Vasa publica auf.

Noch im gleichen Jahr (1938) fand Tischendorf durch Injektionsversuche heraus, daß die arterio-venösen Anastomosen auf Histamin und Adrenalin mit Erweiterung bzw. Verengung bis zum völligen Verschuß reagieren. Hierauf brachte Clara (1939) einen zusammenfassenden Überblick über kreislaufregulatorische Einrichtungen bei Mensch und Säugetier, an welchen er eine Dreiteilung der wichtigsten Regulationsmechanismen an der Kreislauperipherie vornimmt: 1. Drossel- bzw. Sperreinrichtungen an Arterien, 2. Drossel-einrichtungen an Venen, um ein Zurückhalten des Blutes zu ermöglichen, 3. arterio-venöse Anastomosen. Sie seien bedeutungsvoll für die Regelung der Füllung des vorgeschalteten Kapillarnetzes. Der Aufbau und die Anordnung der Anastomosen sind dabei in den verschiedenen Organen nicht gleich.

Märk (1941), Spanner (1936/52), Staubesand (1952), Rotter (1952) u.a. stimmen der Auffassung Schumachers über die doppelseitige Funktion der arterio-venösen Anastomosen zu. So werden jene ohne epitheloide Wandung als strömungsmechanisch wirksam betrachtet, während man den komplizierten, „knäueelförmigen“ Anastomosen, die in ihrem Aufbau das Prinzip der Oberflächenvergrößerung erkennen lassen und in ihrem Wandbau durch epitheloide Auskleidung, das Fehlen einer elastischen Innenhaut und einer zusammenhängenden Endothelauskleidung gekennzeichnet sind, humorale Aufgaben zuweist. Den histologischen Nachweis über das Vorkommen arterio-venöser Anastomosen in der Herz-wand erbrachte erstmals Hirsch (1942).

1945 war es Bucher, der auf Arterien mit epitheloid-modifizierten Muskelzellen hinweist, meint aber, daß ihre Prädispositionsstellen im Herzen noch zu erforschen seien.

Erençin [(1953), zit. nach Fuchs, J.] fand typische arterio-venöse Anastomosen im Herzen des Hundes und Rindes, während Fuchs (1954) anhand mikroskopischer Untersuchungen am Herzen von Pferd und Rind nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob arterio-venöse Anastomosen vorkommen.

Dahme (1957) berichtet von charakteristischen Gefäßtypen im Herzmuskel des Hundes. Er beurteilt jene Gefäßtypen weniger nach morphologischen als nach funktionellen Gesichtspunkten und ordnet sie den arterio-venösen Kurzschlußapparaten zu.

Neben den arterio-venösen Anastomosen sind es aber vor allem „Drossel- und Sperrgefäße“, denen die Fähigkeit der Blutstromregulierung in der Kreislauperipherie zugesprochen wird. Solche Einrichtungen werden u.a. von v. Ebner (1900) im Penis, von Clara (1928) ganz allgemein und von Kux (1934/35) in der Schilddrüse beschrieben. Gilpin (1934) verneint das Vorkommen von Polstereinrichtungen in der Schilddrüse. Mathis und Eglitis (1936/37) geben einen allgemeinen Überblick, v. Hayek (1940) beschreibt u.a. Anastomosen in der Lunge, Gasparini (1940) im Gaumensegel und v. Hayek (1940) und Rotter und Mitarbeiter (1949 bis 1955) im Penis und in der Niere.

Eine andere Art von Regulationseinrichtungen kommt offenbar noch in den glatten Muskelzügen in der Intima vor. So berichtet Mayer (1902) über funktionstüchtige Längsmuskeleinrichtungen an kapillären Blutgefäßen, Mathis und Eglitis (1936/37) an einem kleinen Zweig einer Leberarterie eines Rehbockes, v. Hayek (1940) und Merkel (1942) in der Lunge, Conti (1950) im Penis, Boessneck (1956) im Psaltersegel vom Schaf und Weibel (1958) in der Lunge.

B. Weitere Strukturbesonderheiten an Herzgefäßen

Über den mikroskopischen Bau der Blutgefäße im allgemeinen macht v. Ebner (1902) zu Beginn dieses Jahrhunderts schon ziemlich genaue Angaben. Er lenkt auch das Augenmerk auf den Feinbau der Kranzgefäße. Ihm fällt schon auf, daß die Muskelzellen der Kranzgefäße nicht rein zirkulär, sondern in komplizierter Weise zu schräg sich durchkreuzenden, stellenweise auch longitudinalen Zügen angeordnet sind.

Edholm (1912) beschreibt die Struktur der Koronararterien bei einem Hingerichteten. Als Besonderheit fällt ihm auf, daß die Media dieser Gefäße aus einer longitudinalen und einer zirkulären Muskelschicht bestehen kann.

Wolkoff (1923) gibt einen histologischen Überblick über die Koronararterien und kommt zu der Feststellung, daß die Mediastruktur der großen Herzarterien im allgemeinen zwar die gleiche ist wie in allen Arterien vom muskulären Typ, jedoch mit dem Unterschied, daß sogar in den feinsten Muskelästchen zugleich mit den zirkulären Muskelfasern eine große Menge von zirkulären elastischen Fasern vorhanden ist. Außerdem fand sie nirgends eine Lamina elastica externa zwischen Media und Adventitia. Im Gegensatz zu Edholm konnte Wolkoff nachweisen, daß die Längsmuskelschicht aus einer Intimaverdickung entsteht, die aber erst mit dem 30. Lebensjahr ihre volle Ausbildung erfährt. Außerdem soll ein Unterschied zwischen Arterienstamm und den feineren Ästen insofern bestehen, als die Arterien eine einfacher gebaute Intima besitzen.

Schweisheimer (1923) berichtet über den Wandbau der menschlichen Herzgefäße folgendes: „Allen 3 Schichten sind nun elastische Fasern eigentümlich, in der Innen- und Außenhaut als schmale Schicht, in der muskulären Mittelschicht in weiter Verbreitung. Die elastischen Fasern bedingen die Elastizität der Arterien, und das ist eben im Verein mit der Muskulararbeit die Eigenschaft, mit deren Hilfe sie die Herzarbeit so ausgezeichnet zu unterstützen vermögen.“

Von Interesse erscheinen auch die Aussagen Dietrichs (1929) über die Struktur der Herzgefäße. Er befaßt sich zwar in der Hauptsache mit den pathologischen Veränderungen der menschlichen Arterien im allgemeinen. Im Vergleich zu den Herzgefäßen kommt er zu folgenden Ergebnissen: Veränderungen (Muscularisabnahme unter Kollagenvermehrung und Elastinfaserhyperplasie, Unterbrechung der Elastica interna und Faservermehrung der Intima), die an anderen Arterien erst im Kindes- und Wachstumsalter auftreten, sind in den Kranzarterien schon beim Neugeborenen in großer Ausdehnung verwirklicht. Auch sollen infolge des starken Elastinfasergehaltes der Media, der im Verhältnis dazu vorhandenen Muskellarmut, ferner infolge der zahlreichen Lücken der Elastica interna und des Grades der Faserhyperplasie der Intima die Herzkranzarterien den elastinösen Arterien näher stehen als den muskulösen.

Die ausführlichste Zusammenfassung über die Histologie der Herzgefäße gibt erstmals Benninghoff (1930). Dabei stützt er sich hauptsächlich auf die Befunde von Wolkoff. Von den Kranzgefäßen berichtet er, daß von einer Arterie vom elastischen Typ keine Rede sein könne. Der Übergang von Aorta und Kranzgefäß sei schroff. In kleineren Ästen findet er einige Längsmuskeln in der äußeren Media. Eine Lamina elastica externa fände sich aber nirgends. An den Abgangsstellen von Seitenästen sei die Intima regelmäßig verdickt. Auch an den kleinen Ästen, an denen die Intima sonst nicht stark ausgebildet ist, träten an den Gefäßabgängen ungewöhnlich hohe Polster auf. Unerklärt bleibt aber auch für ihn die gerade von Wolkoff so besonders hervorgehobene Intimaverdickung. Nicht übersehen werden dürfen aber Benninghoffs Befunde an mittelgroßen Herzvenen eines Hingerichteten, da gerade sie in der späteren Literatur noch zu Streitfragen Anlaß gaben. Hier waren die kleinen und mittelgroßen Venen im Herzmuskel ungewöhnlich dickwandig; sie besaßen ausschließlich Längsmuskelfasern. Für den Autor selbst blieb dieser Befund noch ungeklärt.

Wolff (1930) befaßt sich mit der Media der Papillarmuskelschlagadern und findet dort die Muskelfasern längs und spiralig angeordnet: „Das Regelmäßige an der Media ist hier die Unregelmäßigkeit ihrer Kernstellung.“ Häufig trifft er die Media auffallend hypertrophiert, vermag aber dazu keine eigentliche Erklärung abzugeben. Zur Anordnung der Gefäßmuskulatur in Spiral- und Längszügen macht Wolff folgende Angaben: Er glaubt, daß diese Muskelanordnung eine Abknickung des Gefäßrohrs bei der rhythmischen Kontraktion des Papillarmuskels verhindern könne. Außerdem habe die spiralige Anordnung, deren Kontraktionswirkung man in eine senkrechte und eine quere Komponente zerlegen könne, eine Einwirkung auf die Weite des Lumens. Spalteholz und Hochrein (1931) bestätigen die Untersuchungen von Wolkoff, aber mit einigen Einschränkungen; so vor allem bezüglich des zeitlichen Auftretens der Intimadiecke und des Vorkommens des elastischen Fasergehaltes. Betont werden weiter die Unterschiede im Wandbau der Koronar-

arterien gegenüber den anderen gleich starken Gefäßen. Außerdem fanden sich Baueigentümlichkeiten, die bisher als Altersveränderungen aufgefaßt wurden. Gemeint ist damit das Verhalten der *Lamina elastica interna* und die Längsmuskelbündel der Intima, ebenso der elastische Fasergehalt zwischen diesen Muskelbündeln. Zwischen Intima und Media findet in beschränktem Maße ein Austausch von Muskelfasern statt. Auch kleinere Arterien im Herzmuskel besitzen anscheinend Längsmuskelfasern in der Intima.

Die Amerikaner Gross, Epstein und Kugel (1934) berichten ebenfalls über das Vorkommen von longitudinal gerichteten, glatten Muskelbündeln in der Media von Kranzgefäßen beim Menschen. Mit großer Häufigkeit werden sie jedoch erst im fortgeschrittenen Alter aufgefunden. Zur Adventitia hin fanden sie eine Konzentration der elastischen Fasern, die eine mehr oder weniger deutliche *Lamina elastica externa* bilden.

Die Erforschung der wahren Baueigentümlichkeiten der Herzgefäße liegt aber kaum 20 Jahre zurück. Zinck, Hirsch und Bucher zeigten an den Ästen der Kranzgefäße Sondervorrichtungen, die in ähnlicher Ausbildung auch bei den Arterien anderer Organe bekannt sind, gerade aber im Herzen eine besonders große Vielgestaltigkeit aufweisen.

Der Pathologe Zinck (1939) hat als erster über den feineren Bau der Gefäßverzweigungen im Herzen des Menschen berichtet. Er benennt zwei typische Lokalisationen für Besonderheiten im Kranzarteriensystem. Die erste fällt mit dem Abgang der Arterienäste zusammen und erscheint schon makroskopisch als flacher Wall – mikroskopisch handelt es sich um eine sichelartige Verdickung. Das Polster enthält reichlich elastische Längs- und feinere Querfasern. Durch ihren Zusammenfluß an der Peripherie des Polsters bilden sich die *Lamina elastica interna* des Gefäßes. Diese Polster sind im ersten Lebensjahr grundsätzlich dieselben wie in späteren Jahrzehnten und stellen ein wesentliches architektonisches Merkmal der Kranzgefäße dar. Den zweiten Typ mit seiner Lokalisation in der Gefäßperipherie zeichnet eine in der inneren Mediaschicht liegende vermehrte Längsmuskelfaserung aus. Die Adventitia ist in dem Astwinkel kräftig und enthält zum Teil elastische und muskuläre Fasern.*Darüber, ob es sich bei den Drosselarterien um Teile arterio-venöser Anastomosen handelt, ist sich der Verfasser nicht klar geworden. Epitheloide Zellen fand Zinck offenbar nicht.

Am Schluß dieser Arbeit wird die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß durch Dysfunktion der genannten Kreislaufeinrichtungen funktionell bedingte Herzmuskelfinfarkte entstehen können, ohne daß der Befund einer Koronarsklerose oder einer Embolie vorzuliegen braucht.

In weiteren Arbeiten (1941/42) beschreibt Zinck das Vorkommen von muskulären Sphinkteren, die innerhalb elastischer Kissen liegen, und zwar an Abgängen größerer Äste, und die offenbar die Fähigkeit haben, die Blutzufuhr in den Hauptästen zu regeln. Diese Vorrichtungen kommen schon im ersten Lebensjahr in voller Entwicklung vor. Grundsätzlich ähnliche (muskuläre) Drosselstellen setzen sich bis in die feinsten Arterien fort. Besonders komplizierte Kissenbildungen finden sich in kleinen Ästen in der Adventitia der Hauptstämme. Eine weitere Gefäßsorte zeigt kapillare Ausmündungen zwischen dicken Längsmuskelbündeln der Intima. Auch Herzvenen besitzen Hilfseinrichtungen, wie Längsmuskelfaserzüge und Klappen. Es wird nochmals auf Formen akuter Koronarinsuffizienz hingewiesen, die auf krankhafte Betätigung dieser Vorrichtungen zurückzuführen sind.

Auf Grund pathologischer Tatbestände schließt Hirsch (1942) auf das Vorkommen regulatorischer Einrichtungen im Kranzarteriensystem des Menschen. Seine systematischen Untersuchungen führen zu folgenden Ergebnissen: 1. Im Koronarsystem finden sich kleinere Arterienäste, deren Wände Lagen sog. epitheloider Zellen enthalten, wie sie schon in „Drossel- oder Polsterarterien“ anderer Gefäßprovinzen beschrieben worden sind. 2. Die schon 40 Jahre vorher durch Injektionsversuche demonstrierten arterio-venösen Querverbindungen im Herzen werden von Hirsch zum ersten Male histologisch bestätigt; 3. wird ein eigenartiges Verhalten der sog. epitheloiden Zellen zu den elastischen Elementen der Gefäßwand beschrieben. Diese Zellen findet man bald in dem einen, bald in dem anderen Sektor der Gefäßwand; bald innerhalb, bald außerhalb einer geschlossenen *Lamina elastica*

interna oder auch vermischt durcheinander. 4. Ein histologisch einwandfreier Nachweis dieser Zellen ist aber nur dann möglich, wenn es gelingt, das Blut noch vor dem Eintritt stärkerer Gerinnung zu fixieren.

Noch im gleichen Jahr (1942) lenkt Hirsch das Augenmerk auf weitere Strukturbesonderheiten an Herzgefäßen. Erneut weist er aber darauf hin, daß für die histologische Beurteilung der Wandstruktur der kleinen Blutgefäße der Füllungszustand des Lumens und die Beschaffenheit des in ihm enthaltenen Blutes von ausschlaggebender Bedeutung sind. Die nach Bouin fixierten Präparate hält Hirsch für die mikroskopischen Untersuchungen am günstigsten. Die Kranzgefäße teilt der Autor in 5 Kategorien ein: 1. Hauptstamm und große Äste der Koronararterien. Sie sind als Zwischenstufe zwischen elastischem und muskulärem Arterientyp anzusehen. In der Media und dann vornehmlich in der Randzone dieser Schicht erscheint aber nicht selten der parallele Verlauf der elastischen Fasern unterbrochen. Auch tauchen in solchen Abschnitten zwischen den Ringmuskelfasern kleinere oder größere Gruppen rhombisch konfigurierter fibrillenarmer Muskelzellen auf, die wie Epithelzellen aussehen. 2. Mittlere Arterien. Ab dieser Stufe gehören nun alle kleiner werdenden Gefäße dem muskulären Typ an. Dort, wo man Gruppen von glatten Längsmuskelzellen findet, ist der regelmäßige Verlauf der elastischen Fasern unterbrochen. Es entsteht ein unruhiges Bild des Sektors der Gefäßwand. Besonders hingewiesen wird aber darauf, daß die Auffaserungserscheinungen der Lamina elastica interna zwischen Längsmuskelpolstern in allen Altersstufen, insbesondere auch schon beim Säugling, zu beobachten sind. 3. Kleinere Arterien. Hierzu gehören Gefäße mit außergewöhnlich starker Muskelschicht, die zirkulär, quer, längs oder spiralig angeordnet sein kann. Andere Gefäße dieses Kalibers zeigen bei praller Füllung ein herzförmiges Lumen. Wieder andere Arterien zeigen ein gewundenes Lumen mit wechselnd starkem Kaliber. Die Wand solcher Gefäße wird durch mehrere Lagen großer, klarer, fibrillenarmer Muskelzellen gebildet. Ein anderer Typ ist besonders durch „Polster“, „Leisten“ und „Knospen“ gekennzeichnet. Und schließlich findet sich ein letzter Typ von kleinen Arterien mit epitheloiden Zellen, die in arterio-venöse Anastomosen übergehen können. 4. Venen. Gegenüber den in anderen Gefäßprovinzen vorkommenden Venen zeichnen sich jene des Kranzadersystems durch ihre Dünnwandigkeit aus. 5. Gefäße von unbestimmtem Charakter. Dazu gehören Gefäßstämme im epikardialen Fettgewebe. In dem histologischen Aufbau dieser Gefäße finden sich Elemente, die besonders bei der HE-Färbung als arterielle Gefäße charakterisiert werden, während andere Einzelheiten der Struktur Veranlassung geben könnten, sie als Venen aufzufassen. In der Tat zeigten diese Gefäße eine Ähnlichkeit mit einer von Benninghoff abgebildeten „kleinen Vene“ im Papillarmuskel, von der Benninghoff betont, daß es sich um einen vorläufig noch ungeklärten Fall handle.

1949 weist Hirsch nochmals auf die Voraussetzungen hin, die für die Entstehung brauchbarer Präparate nötig seien. Unerläßlich seien frisches Untersuchungsmaterial, eine gute Zusammensetzung des Fixiermittels (Formol sei unzweckmäßig) und eine Schnittstärke von 5–7 μ . Über die Deutung der Befunde soll an anderer Stelle zusammenfassend berichtet werden. Wegelin (1944) meint dagegen: „Es ist auch gar nicht einzusehen, warum im nicht ganz frischen Sektionsmaterial die epitheloiden Zellen der Drosselvorrichtungen verschwinden sollten.“ Ein Jahr später (1945) wehrt sich der Autor gegen die Zweifel von Hirsch. Hirsch (1945) meinte nämlich, daß die pathologischen Wandveränderungen der Arteriolen gegen normale Intimastrukturen vom Charakter der Drosselvorrichtungen sehr schwierig abzugrenzen seien. Wegelin hält aber an seinen Befunden fest; zum Beweis dienen ihm hyalinverfettete Intimapolster. Bucher (1944) beschreibt zwei verschiedene Polsterbildungen sowohl beim Menschen wie beim Hunde, die sich auf Kranzarterienästen im Myokard beschränken. 1. Polsterbildungen, die in ihrer Ausdehnung beschränkt und an Stellen gelegen sind, wo Arterienäste abzweigen. Sie bestehen hauptsächlich aus muskulären Elementen und sind schon in den ersten Lebensmonaten als normale Einrichtungen anzutreffen. 2. Polsterbildungen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie über längere Gefäßstrecken sich ausdehnen und durch Einlagerung von Längsmuskelfügen in

die Intima zustande kommen. Diese Gefäße werden deshalb auch als Drossel- oder Sperrarterien bezeichnet. 1945 schreibt Bucher: „Bei der Untersuchung der Myokardgefäße ist man überrascht, wie vielgestaltig die Gefäße sein können, und zwar nicht nur in verschiedenen Herzen (der gleichen oder verschiedener Altersstufen), sondern auch an verschiedenen Stellen des gleichen Herzens.“ Als neue Besonderheiten findet der Autor außerordentlich dickwandige Arterien mit viel Längsmuskulatur in der Media, die durch bindegewebige Septen in Bündel aufgeteilt sind. Längsmuskulatur kann auch die Adventitia verstärken. Auch Bucher weist auf Arterien mit epitheloid modifizierten Muskelzellen ohne deutliche fibrilläre Struktur und mit abgerundeten chromatinärmeren Kernen in der Intima hin. Im Perikard beschreibt er Arterien mit einzelnen Intimawülsten, die ins Lumen vorspringen.

1947 erscheint eine weitere zusammenfassende Arbeit von Bucher über den Bau der Blutgefäße des menschlichen Herzens. Die Besonderheiten über den Bau des Koronararteriensystems faßt er in 6 Gruppen zusammen: 1. Arterien mit innerer Längsmuskulatur (Drosselarterien). Die Lage der Längsmuskulatur zur Lamina elastica interna ist verschieden. Sie findet sich teils innerhalb, teils außerhalb der Lamina elastica interna. Diese kann auch gespalten sein, was zu einer Durchmischung der Längsmuskulatur führt. 2. Intimapolster in Kranzarterienästen. Sie erstrecken sich in der Regel auf größere Längen und können ringsherum gleich stark oder nur zu einem Teil des Gefäßumfanges, dafür aber stärker ausgebildet sein. Eine zweite Abart ist in ihrer Ausdehnung beschränkt und liegt an den Gefäßabzweigungsstellen. 3. Arterien mit innerer Ring- und äußerer Längsmuskulatur. Die äußere Schicht besteht aus Längsmuskelfasern, die zu Bündeln vereint und von den Bindegewebssepten umgeben sind – es finden sich dort aber auch elastische Fasern. 4. Arterien mit starker Längsmuskulatur. Ihre Muskulatur ist überwiegend, ja fast ausschließlich in der Längsrichtung angeordnet. Solche Gefäße befinden sich nur im Papillarmuskel. Bucher bezeichnet sie als „Zwittergefäße“, deutet sie aber, da eine deutliche Lamina elastica interna vorhanden ist, als Arterien von besonderer Bedeutung. 5. Arterien mit dreischichtiger Muskulatur. Diese Gefäße stammen auch alle aus dem Papillarmuskel, und ihre Media ist durch eine innere und eine äußere längsverlaufende und eine dazwischen liegende kreisförmige Muskelschicht gekennzeichnet. 6. Relativ muskelstarke Venen. Sie finden sich besonders im subepikardialen Fettgewebe und zeigen durch die ganze Wanddicke einen mehr oder weniger gleichmäßigen Bau. Die Muskulatur verläuft ausschließlich längs. Auf Polsterbildung und Venenklappen wird ebenfalls hingewiesen. Über die Bau-eigentümlichkeiten der Herzgefäße hat sich schließlich 1945 bis 1949 zwischen Bucher und Hirsch eine heftige Diskussion entwickelt. Diese Diskussion drehte sich um den Nachweis arterio-venöser Anastomosen einerseits und um den Gefäßtyp unbestimmten Charakters andererseits.

Conti (1951) befaßt sich mit dem histologischen Aufbau der Blutgefäße des Reizleitungssystems des menschlichen Herzens. Er beschreibt Sperreinrichtungen in Form gestielter Polster. Die Wand dieser Gefäße stülpt sich in mehr oder weniger regelmäßigen Intervallen in das Lumen ein. Zum Teil beteiligen sich an der Einstülpung alle 3 Wandschichten, zum Teil nur die Intima und Media. 1952 gibt Conti einen Überblick über Sperr-einrichtungen in Arterien und weist erneut auf die gestielten Polster hin. Die Muskelemente dieser Polster verlaufen immer längs oder schräg; beim Zusammenziehen verkürzen sie sich und können so für einen Verschuß des Lumens sorgen.

Enrençin [(1953), zit. nach Fuchs] soll sich mit dem Bau der Koronararterien der Huftiere (Pferd, Rind, Büffel, Schaf) sowie der Fleischfresser (Hund, Katze) befaßt haben. Bei Hund, Katze und einem Pferd konnte er an den Abzweigungsstellen kleinerer Äste typische Muskelpolster finden. Bei den Huftieren beschreibt er sog. Drosselarterien, d.h. Arterien mit Längsmuskulatur. Typische arterio-venöse Anastomosen ließen sich bei Hund und Rind feststellen.

Fuchs (1954) befaßt sich eingehend mit dem Feinbau der Koronargefäße bei Pferd und Rind. Der Autor gibt eine Einteilung in große, mittlere und kleinere Gefäße, wobei er die beiden ersten zu den Arterien elasto-muskulösen Typs zählt. Beim Rind sei allerdings der

Gehalt an elastischen Fasern in großen und mittleren Arterien geringer als beim Pferd. Weiter werden Intimapolster in kleinen Arterien, Polsterbildungen der Media bei großen Arterien und Arterien mit 2 Schichten, einer inneren Kreisfaser- und einer äußeren Längsmuskelschicht, beschrieben. Bezüglich der Muskellage sei aber auch gerade umgekehrtes Verhalten anzutreffen. Zum Schluß wird noch auf Polsterbildung und Klappen an Herzvenen verwiesen.

Die letzte Mitteilung über morphologische Baueigentümlichkeiten an Herzgefäßen gibt Dahme (1957). Er beschreibt 4 Grundtypen von Besonderheiten an Arterienwänden von Herzgefäßen beim Hund. 1. Polsterartige Intimaverstärkung an den Abzweigungsstellen von den Koronararterien. 2. Elastisch-muskulöse Längsfaserpolster in der Intima kleiner intramuraler Herzarterien (Drosselarterien). 3. Intramurale Arterien mit innerer Längs- und äußerer Ringmuskulatur. 4. Arterio-venöse Anastomosopolster.

Zum Schluß der Betrachtung über die Morphologie und die Funktion der arterio-venösen Anastomosen und der Sperr- und Polstergefäße seien aber nicht die umfangreichen Arbeiten von Rotter und Mitarbeitern (1949-1955) über Orthologie und Pathologie der peripheren Regulationsmechanismen in den Arterien des Menschen vergessen. „Grundsätzlich lassen sich Lage und Gestalt der Polster aus der jeweils herrschenden hämodynamischen Situation heraus erklären. – Die Polster stellen, wie das Herz und die Gefäße schlechthin eine Struktur dar, die sich jeder funktionellen Mehrbelastung stets sinnvoll anpaßt.“ An anderer Stelle wird von den Polstern gesagt: „Höchstwahrscheinlich stellen die Verzweigungspolster eine Eigentümlichkeit der Lebewesen dar, die durch einen aufrechten Gang ausgezeichnet sind. Ihr Gefäßsystem allein braucht derartige Sondereinrichtungen nach Art der Verzweigungspolster, um sich allen Anforderungen rasch und ökonomisch anzupassen.“ Regressive Altersveränderungen pflegen vom 6. Lebensjahrzehnt an aufzutreten. Sie beginnen mit Ödembildung, Verquellung, Schwund der elastischen Elemente und Muskelfasern. Das Resultat ist die starre, kollagenreiche Narbe. Besonders prädisponiert sind die unmittelbar an den Gefäßabgängen gelegenen, jeweils dicksten Anteile der Polster; die Insuffizienz des Systems ist die Folge.

Ähnliche Vermutungen äußert Herzog (1952). Er glaubt, daß eine Insuffizienz dieser Gefäßeinrichtungen ein wichtiger Faktor bei der Geschwülrestehung des Magens sein könnte.

Abschließend sei noch auf die Arbeit von Könn (1955) verwiesen. Er berichtet über die Folgen einer Fehlentwicklung der muskulären Intimaschicht in den Sperrarterien der Lunge, die als angeboren gedeutet werden.

C. Altersveränderungen am Gefäßsystem

Nach wie vor spielt in der Literatur der Human- und Tiermedizin das Problem des „Nochphysiologischen“ an alternden Gefäßen eine große Rolle. So sollen hier, vor allem im Hinblick auf nachfolgende Untersuchungen, Arbeiten besprochen werden, die sich mit Altersveränderungen an Gefäßen beschäftigen.

Über die Differenzierung des muskulösen und elastischen Gewebes während der embryonalen und postembryonalen Wachstumsperiode berichtet schon sehr ausführlich Fuchs (1902). Für die Entstehung eines spezifischen Gewebes nimmt der Autor einen spezifischen Reiz an. So sieht er in dem periodisch-pulsatorischen Reiz den Anstoß zur Muskelbildung in der Gefäßwand, während die gleichmäßige Beanspruchung auf Zug für die Differenzierung des elastischen Gewebes in Frage kommt. Aus der beim Älterwerden zunehmenden Längsspannung erklärt sich eine allmähliche Zunahme des elastischen Gewebes.

Schmiedl (1907) befaßt sich mit den Altersveränderungen an der menschlichen Arteria mesenterica superior. Mit zunehmendem Alter sieht er eine zunehmende Verbreiterung der Intima und bezeichnet diesen Vorgang als Hyperplasie – nach seiner Meinung ein durchaus physiologisches Verhalten. In der Media dagegen sieht Schmiedl eine zunehmende Fibrose, die er als eine „Mittelstellung“ zwischen (physiologischer) Altersveränderung und (pathologischer) Sklerose bezeichnet.

Nach Aschoff (1908) treten senile Veränderungen der Arterien ab dem 4. Lebensjahrzehnt in Erscheinung. Bei den Arterien vom elastischen Typ treten die Veränderungen der Intima ganz in den Vordergrund, bei denen vom muskulösen Typ aber jene an der Media. Bei ersteren finde man eine deutliche Hypertrophie der elastisch-muskulösen Schicht der Intima, bei letzteren eine starke Zunahme des muskulösen Gewebes. Als „ausgesprochen senile Veränderung“ wird die Überwucherung des Bindegewebes bezeichnet.

Hueck (1920) sieht unter dem Bild der sogenannten „senilen Ekktasie“ an Gefäßen 3 Gesichtspunkte: 1. Allgemeine Verdickung des Bindegewebes. 2. Eine Abnahme und Verschlechterung der Imprägnierung mit Elastin. 3. Eine Atrophie der Muskulatur. Krause (1922/31) befaßt sich als erster mit pathologischen und altersbedingten Fragen am Gefäßsystem von Tieren. Von den physiologischen Verhältnissen gibt er zunächst folgenden Überblick an dem Bild der Aorta von Pferd, Rind und Hund: Die altersgebundenen Veränderungen können von Tierart zu Tierart variieren. So gibt die Lamina elastica interna der Aorta beim Hund und Rind schon relativ frühzeitig elastische Lamellen ab (5. bzw. 2. Lebensjahr), während dies beim Pferde erst wesentlich später der Fall ist (16. bis 20. Lebensjahr). Die elastische Membran verliert bei diesem Geschehen mehr und mehr an Schärfe und geht schließlich fließend in die Mediastrukturen über. Andererseits schieben sich glatte Muskelfasern von der Media in die elastische Aufspaltung ein. Das Ergebnis sei als „elastisch-muskulöse Fasernetzschicht“ zu bezeichnen. Im inneren Intimabereiche spielen sich mit zunehmendem Alter Gewebszubildungen ab, deren Endprodukt die „bindegewebige Intimaschicht“ sei. Besonders betont wird aber an allen Intimaverdickungen, ob bei Pferd, Rind oder Hund, das Fehlen eines deutlichen entzündlichen Charakters, sowohl zu Beginn wie in den ältesten Stadien des Prozesses. Weitere deutliche Unterschiede gegenüber der Arteriosklerose des Menschen veranlassen Krause, seine Befunde unter dem Begriff „Senile diffuse bzw. nodöse Aortensklerose“ zu sammeln. Staemmler (1923) glaubt, für die fibröse Entartung der Arterienmuskulatur physiologisch-mechanische Kräfte verantwortlich machen zu können. Infektiös-toxische Prozesse seien aber nicht auszuschließen, die durch sie verursachten Schäden stellten jedoch zweifellos einen pathologischen Vorgang dar.

Fox (1920/23) gibt ausgezeichnete Darstellungen über Gefäßschäden bei gefangengehaltenen wilden Tieren. Von 5464 Sektionen treffen aber nur etwa 1,5% auf Gefäßveränderungen. Bei Säugern liegt der Prozentsatz um 0,4% höher als bei Vögeln. Der Autor sagt aber: „The effects of captivity, including unnatural food and the absence of the chase, are very difficult to evaluate. While every attempt is made at the Garden to approximate natural food, it is obvious that this must be incomplete and that gastro-intestinal pathology is inevitable. The question of senility, natural and induced by captivity, has been mentioned in several connection with animal pathology, but its effect is as yet unsettled.“

Wolkoff (1923) findet besondere Altersveränderungen in der Intima der Hauptstämme der Koronargefäße des Menschen. So findet man zunächst eine zweischichtige Intima aus einer elastisch-muskulösen und einer elastisch-hyperplastischen Schicht. Ab dem 18. Lebensjahr sieht man jedoch noch eine dritte, die bindegewebige Schicht hinzukommen. Die Veränderungen der Media bestehen in einer allgemeinen Dickenzunahme mit Zuwachs der elastischen Fasern. 1924 veröffentlicht Wolkoff eine gesonderte Arbeit über Altersveränderungen an Arterien bei Tieren. Die Autorin untersucht Maus, Ratte, Kaninchen, Hund, Katze, Affe, Rind und Pferd und kommt zu folgenden Ergebnissen: Mit Ausnahme der Nagetiere unterliegen die Arterien aller Haustiere Altersveränderungen, und jene stimmen in ihrem morphologischen Entwicklungsgang grundsätzlich überein. Alle Wandschichten verdicken sich im Alter; besonderen Anteil an der fortschreitenden Wandverdickung hat auch hier die Intima. Die Dreischichtung in der Altersentwicklung der Intima ist die gleiche wie beim Menschen (1923!). Die gleiche Meinung von den Altersveränderungen vertritt die Autorin auch 1929 und glaubt, daß die Veränderungen in den Koronararterien durch mechanische Faktoren erreicht werden.

Zu den Wachstums- und Anpassungsvorgängen der menschlichen Arterien rechnet Jores (1924) eine besondere Verstärkung des elastischen Gewebes, die bei Intimaverdickun-

gen vorkommt, und die allgemeine Erweiterung der Arterien, die nicht mit einer Verdünnung der Gefäßwand einhergeht.

Frank (1926) findet eine bindegewebige Einschmelzung der elastischen Fasern mit zunehmendem Alter, vor allem an der Aorta descendens.

Stenius (1928) untersucht die Gefäße an 50 Hunden auf Altersveränderungen. Seine Ergebnisse sind folgende: Erst ab einem Jahr sind alle Gefäße vollkommen entwickelt, d. h., daß von diesem Alter an die innere Grenzlamelle deutlich zu sehen ist, die lumenwärts von dem Endothel begleitet wird. Vom 3. Lebensjahr an findet man vereinzelt das Auftreten von kollagenen Fasern zwischen dem Endothel und der Lamina elastica interna. Ab dem 5. Lebensjahr sieht man eine mehrfache Spaltung der Lamina elastica interna, vor allem in der Aorta abdominalis. In höherem Alter ist mitunter das ganze Gefäßrohr von bindegewebiger Wucherung betroffen, auch hier vor allem die Aorta abdominalis. Die beiden Kranzarterien weisen nur in wenigen Fällen diese Veränderungen auf. Eine Verkalkung kann nicht festgestellt werden. Stenius fand nie eine intrazelluläre Lagerung von Fetttropfchen, und die fettigen Infiltrationen standen in keinem Verhältnis zur bindegewebigen Wucherung. Auch entzündliche Erscheinungen konnte er nicht beobachten.

Dietrich (1929) sieht mit zunehmendem Alter in Arterien des Menschen eine Vermehrung der Elastinfasern in der Zwischensubstanz zwischen den einzelnen Muskelbündeln der Media; dem gegenüber steht eine entsprechende Muskelabnahme. Bei Hypertonikern findet sich eine stärkere Ausprägung dieses Befundes als bei Nihthypertonikern.

Wolff (1930) findet im Gegensatz zu Wolkoff schon ab dem 9. Lebensjahr Altersveränderungen an der Intima der Kranzgefäße des menschlichen Herzens. Die Elastica interna spaltet sich in 2 Lamellen, und dazwischen bildet sich eine deutliche muskuläre Längsschicht. Diese Intimaverdickung schreitet mit dem Alter fort. Ebenso erfolgt eine Vermehrung der elastischen Fasern, meist in Form unregelmäßiger Bruchstücke, zwischen denen kollagene Fasern und breite Lücken auftreten.

Benninghoff (1930) berichtet über eine Breitenzunahme der Intima ungefähr vom 3. Lebensjahrzehnt ab. Diese beruhe hauptsächlich auf einer Vermehrung des kollagenen Gewebes. Er glaubt aber nicht, daß die Schichtenbildung der Intima allein vom Alter abhängig sei.

Beneke (1930) stimmt dagegen bezüglich des Wachstums der Intima sowohl bei den Kranzarterien als auch bei den übrigen Arterien ganz den Befunden von Wolkoff zu.

Auch die Befunde von Spalteholz und Hochrein (1930) decken sich in bezug auf die relative Dicke der Intima sowie auf das Auftreten von Längsmuskelfasern und die starke Entwicklung des elastischen Gewebes in der Intima an Kranzgefäßen im großen und ganzen mit denjenigen von Wolkoff. Differenzen ergeben sich aber hinsichtlich des zeitlichen Auftretens und der Menge der elastischen Fasern und deren Anordnung.

Troitzkaja-Andreewa (1931) bringt eine weitere Arbeit zur Kenntnis der Altersveränderungen an Arterien beim Menschen. Es wird ein Vergleich angestellt zwischen den Veränderungen an Gefäßen vom muskulären Typ und denen vom elastischen Typ und das Augenmerk vornehmlich auf die kollagene Fasersubstanz gelenkt. Nach ihren Beobachtungen kommt es in der Gefäßwand des elastischen Typs im Alter zu Dickenzunahme und Vermehrung der ohnehin primär in reichlichem Maße vorhandenen präkollagenen Fasern.

Ähnliche Vorgänge finden sich auch bei den muskulären Gefäßen, ausgehend von den zunächst in geringerer Zahl präformierten kollagenen Elementen. Häufig soll es aber zu einer Degeneration der gewucherten Fasern in Form von Hyalinisierung kommen. Als Ursache werden mechanische Elemente angegeben; eine primär mit dem Alter zunehmende Veränderung der physikalisch-chemischen Struktur wird jedoch nicht ausgeschlossen. Da entzündliche Prozesse fehlen, sei es angebracht, die Veränderung als „Altersfibrose“ zu bezeichnen.

Noch im gleichen Jahr bringt Kitt (1930) in seinem Lehrbuch Anschauungen über Altersveränderungen der großen Arterien bei den Haustieren. „Infolge Abnutzung, Dehnung und andauernder Arbeitsleistung machen sich Veränderungen geltend, welche einer-

seits durch Fettablagerung, andererseits durch Zuwachs von Muskelfasern und Bindegewebe bedingt sind.“ Als Voraussetzung von Verkalkungsprozessen sieht Kitt eine erhöhte Gewebsaffinität für Kalk nach Änderung des kolloidalen Zustandes an. Damit brauche aber primär noch keine mikroskopische Degenerationserscheinung im Gewebe verbunden zu sein.

Condorelli (1932) sowie der Amerikaner Gross und Mitarbeiter (1934) stimmen bezüglich der Struktureigentümlichkeiten und deren Altersveränderungen an den menschlichen Koronararterien wieder ganz mit den Befunden von Wolkoff überein.

Frey (1937) unterscheidet deutlich Altersveränderungen von Arteriosklerose. Mikroskopisch findet er bei alten Individuen die muskuläre Atrophie der Gefäßwand mit nur geringer Vermehrung der Bindegewebelemente in der Intima, wodurch insgesamt der endogen bedingte morphologische und funktionelle Rückgang zum Ausdruck kommen soll. Die Arteriosklerose sei ein Prozeß, „der sich zwar mit Vorliebe dem alternden Gefäßsystem aufpropft, aber mit seiner Kombination von muskulärer elastischer Hyperplasie und bindegewebiger Gewebsvermehrung sowie dem Hinzukommen schwerer degenerativer Veränderungen etwas Besonderes darstellt. Sie ist eine Krankheit nur des Menschen, in offenbarem Zusammenhang mit exogenen wie endogenen Schädigungen, denen speziell der Mensch ausgesetzt ist“.

Schwarz (1937) und ebenso Stallmann (1937) befassen sich mit chemischen Untersuchungen an verschiedenen alten Pferdearten. So stellt Schwarz fest, daß mit zunehmendem Alter der Pferde der Schwefelgehalt ihrer Aorten merklich wächst, während der Stickstoffgehalt annähernd konstant bleibt. Stallmann führt den Nachweis, daß die Zunahme an Schwefel in älteren Pferdearten auf die Einlagerung von Chondroitinschwefelsäure zurückzuführen sei.

Bürger (1939) gibt ebenfalls chemische Veränderungen als die Altersursache von Gefäßen an. Die dicken Wandschichten der Intima und Media zählt er den bradytrophischen Geweben, wie z. B. Knorpel, Linse, Hornhaut, zu. Durch ungenügenden Stoffwechsel komme es mit zunehmendem Alter zu einem Umbau der Gefäßwand, und die Vermehrung der Zwischensubstanzen führe zu einer Zunahme der Wanddicke. Jene Zwischensubstanzen wirkten sich als Schlackenfänger aus. Als organische Schlacke fände man z. B. Cholesterin, als anorganische z. B. Kalk und Phosphate. Damit komme es mit fortschreitendem Alter zu einem zunehmenden Elastizitätsverlust.

Ehler (1940) untersucht histologisch Altersveränderungen der Aorta ascendens beim Pferde und kommt zu folgenden Ergebnissen: Mit der Geschlechtsreife ist das Wachstum der Aorta beendet. Bis dahin sieht man eine deutliche Dickenzunahme der elastischen Fasern. Vom 5. bis zum 14. Lebensjahr wird der Wandbau durch straffe Zeichnung des Gewebes gekennzeichnet, und starke elastische Fasern fallen in der Intima und Media auf. In der Adventitia treten die Bindegewebsfasern besonders hervor. Ab dem 15. Lebensjahr kommen Kalkablagerungen in der Media vor, und zwar vorwiegend um die elastischen Fasern. Auch eine Hyperplasie der Muskelfasern ist zu beobachten; es kommt zu einer allgemeinen Wandverdickung. Auflösung und Schwund der Muskelzellen finden sich aber auch im hohen Alter (bis zu 30 Jahren) nicht.

Hirsch (1926/27/43) vertritt über Altersveränderungen am Gefäßsystem des Menschen folgende Ansicht: Der Übergang von physiologischen zu krankhaften Alterserscheinungen vollzieht sich fließend. Für normale Altersvorgänge gibt es keine absoluten Kriterien, obgleich Atrophie des aktiven Gewebes, Vermehrung des Bindegewebes auf Kosten des differenzierten Gewebes, altersabhängige Vorgänge und Ablagerung von Stoffwechselprodukten darstellen. Dagegen haben Intimaverkalkung der Gefäße vom elastischen Typ und Mediaverkalkung der Gefäße vom muskulären Typ aber mit dem Altersprozeß nichts zu tun. Wenn Lichtung und Wanddicke der Arterien im Alter eine Umwandlung erfahren, so sind diese Altersveränderungen nichts weiter als physiologische Anpassungsvorgänge, die Arteriosklerose dagegen eine Abnutzungskrankheit. Der Nachweis von Lipoidosen und Auflockerungsvorgängen, wie z. B. der Aufsplitterung der elastischen Grenzlamelle, sind

als wichtige Anhaltspunkte einer beginnenden Arteriosklerose zu betrachten. Balò und Banga (1949) machen für die Auflösung der elastischen Fasern in der Gefäßwand ein aus dem Pankreas gewonnenes Substrat verantwortlich. Diese Substanz verhalte sich wie ein Ferment, und es wird, da sie aus anderen Organen nicht gewonnen werden konnte, angenommen, daß im Pankreas ein vom Trypsin unabhängiges elastolytisches Ferment, eine Elastase, vorhanden sei.

Kapal (1958) betont, daß Altersveränderungen der Gefäße des Tieres nicht mit den Vorgängen an den Gefäßen des Menschen verglichen werden könnten. Ein wesentlicher Prozeß bei der Alterung der Arterienwand sei aber nach wie vor der Ersatz von zugrunde gehendem elastischem durch kollagenes Bindegewebe. Dahme (1958) weist darauf hin, daß neben der Reihe der Abnutzungsfaktoren die geweblichen Alterungsvorgänge in der Gefäßwand bei Tieren eine „nicht zu unterschätzende“ Rolle spielten. Man stehe immer wieder vor der Frage, ob man es schon mit einem pathologischen Ereignis oder noch mit einem physiologischen Geschehen zu tun habe. Im besonderen Maße fänden sich gewebliche Alterungsvorgänge an den Intimakissen und Polstern im Bereiche von Aufgabelungen und Aufzweigungen mittlerer und kleinerer Arterien.

Eigene Untersuchungen

A. Material und Technik

Zur mikroskopischen Untersuchung der extra- und intramural gelegenen Gefäße standen 46 Herzen zur Verfügung, davon 8 vom Rothirsch und 38 vom Reh. 5 Herzen (3 vom Rothirsch und 2 vom Reh) wurden aus dem Tierpathologischen Institut der Universität München zur Verfügung gestellt; das übrige Material stammte aus dem Staatlichen Forstamt Kürnach (Allgäu) und war dort im Laufe des Sommers 1958 angefallen.

Die untersuchten Herzen gehörten zu folgenden Tieren:

Rehwild

1. F 1: 5 Jahre	männlich; an den Folgen eines Autounfalls verendet; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
2. F 2: 8–14 Tage	weiblich; von der Mähmaschine erfaßt; Sarkosporidien im Herzmuskel
3. F 2a: etwa 10 Tage	weiblich; Sarkosporidien im Herzmuskel
4. F 3: 4–5 Jahre	männlich; Sarkosporidien im Herzmuskel
5. F 4: 1 Jahr	männlich; ausgesprochen geringes Stück; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
6. F 5: 4 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
7. F 6: 3 Jahre	weiblich; stark abgemagert mit 3mal gebrochenem Vorderlauf; Sarkosporidien im Herzmuskel
8. F 7: 3–4 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
9. F 8: 1 Jahr	weiblich; geringer Lungenwurmbefall; Sarkosporidien im Herzmuskel
10. F 9: 2–3 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
11. F 10: 1–2 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
12. F 11: 1 Jahr	weiblich; geringer Lungenwurmbefall; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
13. F 12: 1 Jahr	männlich; Sarkosporidien im Herzmuskel
14. F 13: 3 Jahre	weiblich; Sarkosporidien im Herzmuskel
15. F 14: 1 Jahr	männlich; ausgesprochen schwaches Stück; starker Lungenwurmbefall; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
16. F 15: 1 Jahr	männlich; Sarkosporidien im Herzmuskel
17. F 16: 5 Jahre	männlich; geringer Lungenwurmbefall; Sarkosporidien im Herzmuskel

18. F 17: 1 Jahr	weiblich; an den Folgen eines Autounfalls verendet; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
19. F 18: 1 Jahr	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
20. F 19: 1 Jahr	männlich; starker Lungenwurmbefall; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
21. F 20: 4 Jahre	männlich; Sarkosporidien im Herzmuskel
22. F 21: 1 Jahr	männlich; Lungenödem; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
23. F 22: 1 Jahr	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
24. F 23: 2 Jahre	weiblich; mittelgradiger Lungenwurmbefall; Sarkosporidien im Herzmuskel
25. F 24: 2 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
26. F 25: 1 Jahr	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
27. F 26: 1 Jahr	männlich; mittelgradiger Lungenwurmbefall und Rachenbremsen; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
28. F 27: 4–5 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
29. F 28: etwa 12 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
30. F 29: 7–8 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
31. F 30: 6 Jahre	männlich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
32. F 31: 6 Jahre	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
33. F 32: 10 Jahre	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
34. F 33: 7 Jahre	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
35. F 34: $\frac{1}{2}$ Jahr	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
36. F 35: 7 Jahre	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
37. F 36: etwa 12 Jahre	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel
38. F 37: etwa 4–6 Wochen	weiblich; Sarkosporidienbefall im Herzmuskel

Rotwild

1. F I: etwa 8 Tage,	männlich; höchstwahrscheinlich verspätet gesetzt; verendet aufgefunden
2. F 1a: etwa 8–10 Tage	männlich
3. F 1b: frisch gesetzt	
4. F R 1: etwa 1–2 Jahre	weiblich
5. F R 2: etwa 4–5 Monate	weiblich
6. F R 3: etwa 2–3 Jahre	männlich
7. F R 4: etwa 3–4 Wochen	männlich
8. F R 5: etwa 3–4 Jahre	männlich

Wie aus obiger Aufstellung hervorgeht, schwankt das Alter beim Rotwild zwischen einem Tag und etwa 4 Jahren, beim Reh etwa vom 8. Lebensjahr bis zu 12 Jahren. Das Alter konnte größtenteils nur am Gebiß bestimmt werden. Als Unterlage diente die Zahnaltersbestimmung beim Wild nach Bieger, W. (F. C. Mayer Verlag, „Der Deutsche Jäger“, München, 2., 1940). Die in der Aufstellung verzeichneten pathologischen Nebenfunde am Wildkörper konnten nur laut Aussagen der betreffenden Erleger festgehalten werden.

Alle Herzen wurden ausschließlich in Formol 1:7 fixiert. Um die Koronar- und auch die kleineren Gefäße zu erfassen, schnitten wir Muskelstücke aus der rechten und linken Herzkammerwand, aus den Wänden der beiden Vorhöfe mit dem Sulcus coronarius, aus dem Septum, wobei der Sulcus longitudinalis sinister mit erfaßt wurde, und aus der Herzspitze. Neben der Gefrierschnittmethode für den Fett- und Lipoidnachweis wurde das gesamte Material in Paraffin eingebettet. Von jedem Präparat wurde mindestens ein halbes Dutzend Schnitte angefertigt mit einer Dicke von ungefähr $7\ \mu$. Zur Differenzierung der Muskulatur, der elastischen Fasern und des übrigen Bindegewebes gelangten folgende Färbemethoden zur Anwendung:

1. Hämalaun-Eosin
2. Weigerts Elastica + van Gieson-Färbung
3. Weigerts Elastica + Hämalaun-Eosin
4. Weigerts Elastica + Hämalaun

Zum Fett- und Lipoidnachweis diente die Färbung

5. Hämalaun + Fettponceau unter Verwendung von Polarisationsfiltern.

B. Baueigentümlichkeiten an Herzgefäßen bei Reh und Rothirsch

Um eine bessere Übersicht zu gewinnen, ist es sicher angezeigt, die Herzgefäße beider Wildarten größenordnungsmäßig in 3 Kategorien einzuteilen, bevor ihr histologischer Aufbau beschrieben werden soll.

So treffen wir zunächst auf die großen Gefäße im Sulcus coronarius, im Sulcus longitudinalis sinister und dexter. Die Gefäße dieser Größenordnung sind im Schnittpräparat makroskopisch gut zu erkennen. Ihr klaffendes Lumen zeigt je nach Alter eine Weite von etwa 0,8–1,2 mm beim Reh und 1–1,5 mm beim Rotwild. Als mittlere Gefäße sind dann vor allem die Tochtergefäße I. und II. Ordnung jener Hauptgefäße zu betrachten. Sie sind am Schnittpräparat mit dem unbewaffneten Auge gerade noch zu erkennen. Alle anderen Gefäße sind nur mit dem Mikroskop zu erfassen. Wegen ihres wechselnden Kontraktionszustandes und wegen des verschieden dicken Wandaufbaues (je nach der Umgebung) wäre es sicher falsch, hier noch eine metrische Einteilung vorzunehmen. Wir rechnen sie alle zu den kleineren intramuralen Gefäßen.

Unter einer letzten, 4. Gruppe müssen aber noch Gefäße zusammengefaßt werden, die weniger nach morphologischen als nach funktionellen Gesichtspunkten zu betrachten sind. Wir wählten hierfür den Sammelbegriff „Gefäße mit besonderer Struktur“.

1. Bau der großen Gefäße

Es dauerte geraume Zeit, ehe man sich in der Humanmedizin einigte, den Hauptstamm und die großen Äste der Koronararterien zu dem muskulös-elastischen Arterientyp zu rechnen. Es soll hier gleich zu Beginn festgehalten werden, daß bei beiden Wildarten die Arterien jener Größenordnung wohl ebenfalls als Zwischenstufe zwischen elastischem und muskulösem Arterientyp anzusehen sind. Bei beiden Wildarten ist der Aufbau dieser Gefäße gut zu überblicken: Intima, Media und Adventitia sind deutlich voneinander abgegrenzt. Trotzdem zeigen sich im Feinbau dieser Gefäße zwischen Reh und Rotwild deutliche Abweichungen.

a) Aufbau beim Rotwild

Die Zuordnung der großen Koronararterien zu dem muskulös-elastischen Gefäßtyp geschah vornehmlich im Hinblick auf ihren Mediaaufbau. Beim Rotwild zeigt die Media durchweg einen homogenen Aufbau. Die beiden differenzierten Gewebe – Muskulatur und elastisches Fasergewebe – dürften etwa zu gleichen Teilen vorhanden sein, wobei die Muskelfasern ausschließlich zirkulären Verlauf zeigen. Die elastischen Elemente bilden wellenförmige, zirkulär oder spiralig verlaufende Fasernetze, die häufig zu Lamellen verschmelzen. Sowohl zur Intima wie zur Adventitia zeigt sich jeweils eine deutliche Grenze. Lumen-

wärts wird die Media von einer markanten Lamina elastica interna begrenzt, der dicht das Endothelrohr aufliegt. Dieses besteht aus Spindelzellen, die in Längsrichtung des Arterienrohres angeordnet sind. Eine deutliche Grenze besteht auch zur Adventitia hin. Es wäre aber sicher falsch, von einer Lamina elastica externa zu sprechen. Die Adventitia hebt sich ab durch eine deutliche Verdichtung der elastischen Fasern zu mehreren Parallelzügen (die Anzahl dieser Parallelzüge hängt ganz von der Umgebung ab). Auffallend ist eine starke Verflechtung dieser elastischen Faserzüge mit kollagenem Bindegewebe. Dazwischen eingestreut findet man einzelne Muskelfaserzüge, die hier aber ausschließlich in Längsrichtung verlaufen.

b) Aufbau beim Rehwild und Vergleich zum Rotwild

Grundsätzlich treten die 3 Schichten, Intima, Media, Adventitia, so klar und deutlich abgegrenzt entgegen wie beim Rotwild. Im Mediaaufbau kann man aber von Schnittpreparat zu Schnittpreparat neue Variationen in der Anordnung von Muskelgewebe und elastischem Fasernetz beobachten. Der deutlichste Unterschied zum Rotwild ist aber darin gegeben, daß die muskuläre Komponente der Media merklich in den Vordergrund tritt. Das elastische Fasernetz zeigt zwar den gleichen architektonischen Aufbau wie in der Media beim Rotwild, doch ist es beim Reh viel weitmaschiger. Außerdem erscheinen die elastischen Fasern wesentlich feiner (Abb. 1 und 2).

Weiterhin ist der rein zirkuläre Verlauf der Mediamuskulatur wie beim Rotwild hier nicht mehr gegeben. Wohl ist der Hauptverlauf der Muskulatur ein zirkulärer, es treten aber plötzlich eingestreute Längsmuskelbeete häufig in Erscheinung und verleihen dadurch der Media ein besonderes Gepräge. Ein systematischer Einbau dieser Längsmuskelbeete in die zirkulär verlaufende Mediamuskulatur konnte nicht festgestellt werden, vielmehr erscheinen diese Beete wahllos eingestreut. Sie liegen teils direkt im Anschluß an die Lamina elastica interna, teils im Mediazentrum, aber am häufigsten fanden wir sie doch am Übergang zur Adventitia gelegen. Das veranlaßt uns zu dem Schluß, daß die Mediamuskulatur der großen Koronargefäße beim Reh in einer gestreckten Spirale verläuft.

Abschließend ist aber noch auf eine Sondereinrichtung jener großen Gefäße hinzuweisen, die sich in gleicher Weise bei beiden Wildarten zeigt. An den Abzweigungen jener großen Gefäße finden sich polsterartige Intimaverstärkungen. Diese Polster beschränken sich rein auf die Gefäßverzweigung, wölben sich halbmondförmig ins Lumen vor und sind, genau wie die Intima dieser Gefäße, aus beiden Gewebsteilen – elastischer und bindegewebiger Anteil – aufgebaut. Die Lamina elastica interna spaltet sich hierzu in mehrere Blätter; die Zwischenräume werden von bindegewebiger Substanz ausgefüllt. Ähnliche Polsterbilder zeigte als erster Zinck an den Koronargefäßen des Menschen und Dahme an den Koronargefäßen des Hundes. Mit Dahme möchten wir uns der von Rotter beim Menschen aufgestellten Theorie anschließen, daß die Begrenzung zum Lumen durch die eigentlich fortgeführte Membrana elastica interna und die zur Media durch die elastische Membran, Membrana elastica limitans, erfolgt (Abb. 3). Die Größe jener Polster und das Verhältnis der beiden Bauteile zueinander scheinen einmal in Abhängigkeit zum Alter, andererseits aber zu den

örtlich gegebenen Strömungskräften zu stehen. Wir fanden jene Polster in der Anlage schon bei unseren jüngsten Fällen. Etwa ab einem Jahr aber scheinen

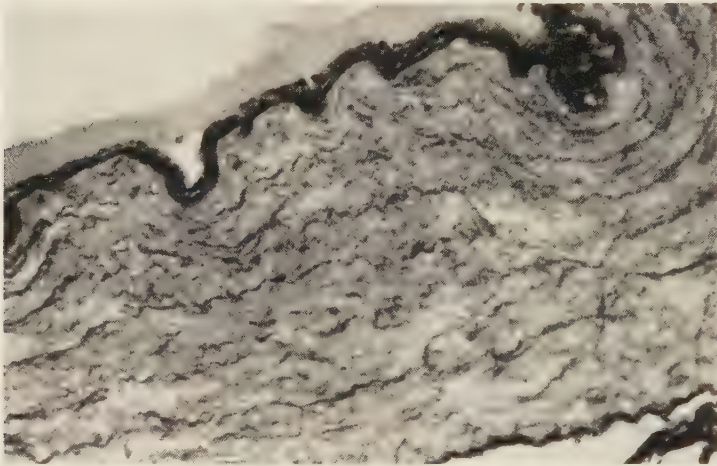


Abb. 1. Wandausschnitt aus einem Koronargefäß aus dem Sulcus longitudinalis sinister vom Rotwild; etwa 3–4 Wochen alt (Weigert-Elastica-Hämalaun 160×).

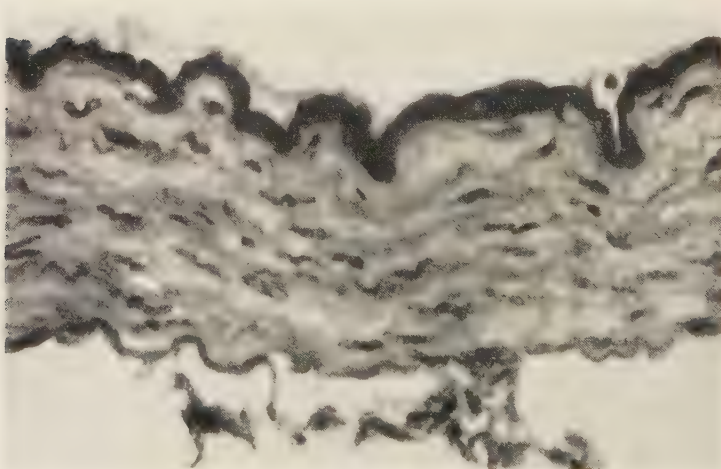


Abb. 2. Wandausschnitt aus einem Koronargefäß aus dem Sulcus longitudinalis sinister vom Reh; etwa 3–4 Wochen alt (Weigert-Elastica-Hämalaun 400×).

diese Polster dann überall gleich gut ausgebildet zu sein, und im späteren Alter (etwa ab 10 Jahren) kann man den Eindruck gewinnen, als bekäme die kollagene Komponente allmählich das Übergewicht.

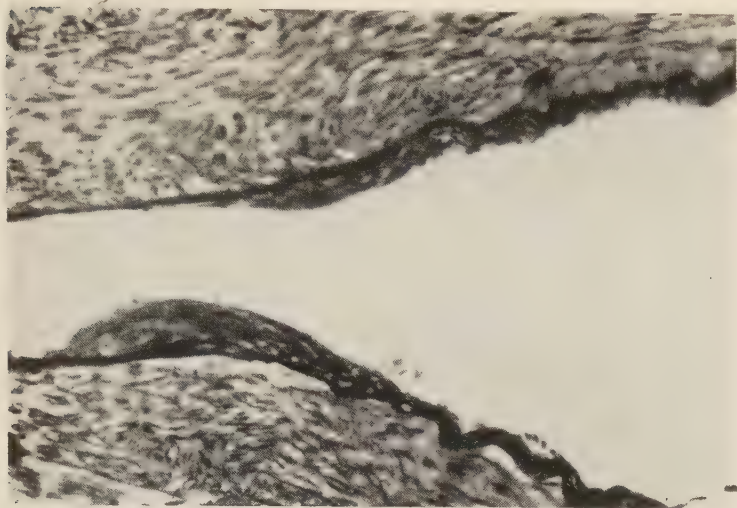


Abb. 3. Intimapolster an einem Gefäßabgang eines Koronargefäßes aus dem Sulcus coronarius vom Rotwild: etwa 4–5 Monate alt (Weigert-Elastica-Hämalaun 160×).

2. Bau der mittleren Gefäße

Der Aufbau dieser Gefäße ist bei beiden Wildarten ebenso übersichtlich wie bei ihren Stammgefäßen. Augenfällig ist nur das Nachlassen der elastischen Komponente in der Media, und so kann man von dieser Größenordnung an alle folgenden Arterien dem muskulösen Typ zusprechen. Falls man Gefäße dieser Größenordnung vom Reh mit denen vom Rotwild bezüglich des elastischen Faseranteils vergleicht, so kommt man etwa zu dem gleichen Verhältnis wie bei den anderen Gefäßen. Der muskulöse Bauanteil beherrscht aber hier das Mediafeld, und was Wolff für den Mediaaufbau der Papillarmuskelschlagadern beim Menschen ausspricht, „Das Regelmäßige an der Media ist hier die Unregelmäßigkeit ihrer Kernstellung“, scheint auch für die Gefäße mittlerer Größenordnung beider Wildarten zu gelten. Es treten uns hier die verschiedensten Bilder entgegen, so daß es oft Schwierigkeiten bereitet, den genauen Verlauf der Muskulatur überhaupt festzustellen. Man trifft oft auf ein wirres Durcheinander von längs, schräg und zirkulär gestellten Muskelfasern. Im allgemeinen kann man aber eine gewisse Schichtung der Muskulatur feststellen, wie sie bei Herzgefäßen schon beschrieben wurde, so z. B. von Fuchs beim Rind und von Bucher bei Hund und Mensch.

So gelingt es, im Hinblick auf eine Ordnung der Befunde vier markante Bilder aufzugreifen, die uns öfter begegnen:

a) Bei etwas tangential angeschnittenen Gefäßen sehen wir die Muskulatur der Mediawand häufig in allen drei, zirkulär, steil und längs verlaufenden Richtungen.

b) Auch die Zweischichtung der Mediamuskulatur ist kein seltenes Bild. Dabei ist es recht interessant, daß hier 2 Variationen auftreten können. Einmal sehen wir zur Lamina elastica externa hin eine zirkulär verlaufende Muskelzone

und peripher zur Adventitia rein längs verlaufende Muskelschichten (Abb. 4). Das gleiche Bild kann aber auch in umgekehrter Reihenfolge auftreten.

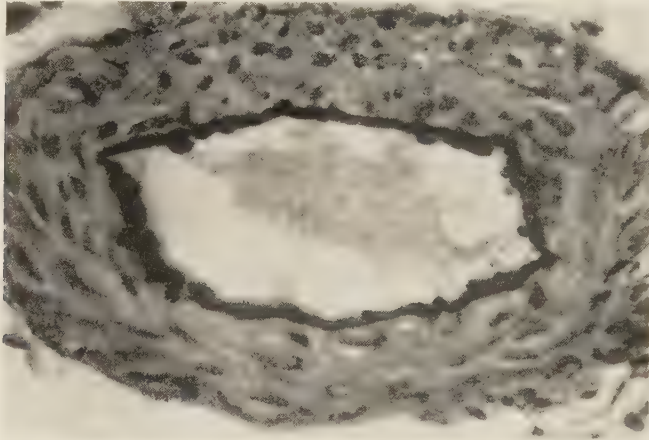


Abb. 4. Mittleres Gefäß aus der Herzwand mit teilweiser zweischichtiger Mediamuskulatur vom Rotwild; 4jährig (Weigert-Elastica-Hämalaun 400×; bei der Reproduktion etwas verkleinert).

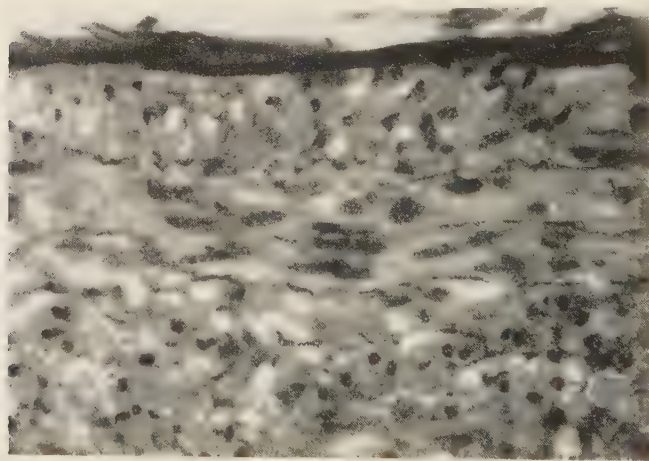


Abb. 5. Wandausschnitt aus einem Tochtergefäß I. Ordnung mit dreischichtiger Mediamuskulatur vom Reh; 4jährig (Weigert-Elastica-Hämalaun 400×; bei der Reproduktion etwas verkleinert).

c) Eine dreischichtige Mediamuskulatur tritt ebenfalls öfters auf. Auf die Lamina elastica interna folgt in zentrifugaler Richtung zunächst eine Zone einiger längs verlaufender Muskelschichten; darauf folgen mehrere Kreisfaser-schichten, die wiederum zur Adventitia hin von einer längs verlaufenden Muskelzone eingefaßt werden (Abb. 5). Eine genaue Angabe über die Anzahl der ein-

zelen Muskelschichten erscheint wenig sinnvoll, da fast jeder Schnitt ein neues Bild ergibt.

d) Vornehmlich bei Tangentialschnitten kann man manchmal sogar eine Vierschichtung der Mediamuskulatur antreffen (Abb. 6). Kreis- und Längsfaserschichten lösen sich ab.

Wir ziehen daraus den Schluß, daß es sich bei den Arterien mittlerer Größenordnung um Gefäße mit stark spiraltouriger Media handeln muß.

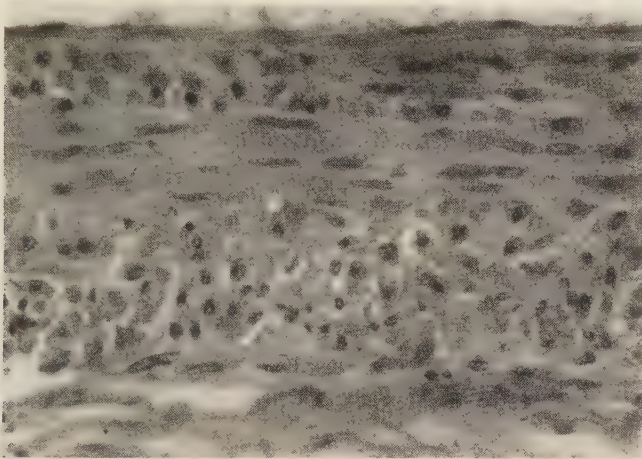


Abb. 6. Wandausschnitt aus einem Tochtergefäß I. Ordnung aus dem Septum mit vierschichtiger Mediamuskulatur vom Reh; 1jährig (Hämalaun-Eosin 400 $\times$; bei der Reproduktion etwas verkleinert).

Zusätzlich ist aber hier auch noch auf eine Sondereinrichtung einzugehen, die nach unseren Befunden ausschließlich den Gefäßen der mittleren Größenordnung eigen ist. An Abzweigungen dieser Arterien finden wir schon bei unseren jüngsten Fällen sphinkterartige Bildungen (Abb. 7 a und 7 b). Diese bestehen aus Längsmuskelfasern, die sich halbmondförmig um die Abzweigungsstelle gruppieren. Mehrere Muskelfibrillen können teilweise durch ein elastisches Fasernetz zu kleinen Muskelbündeln zusammengefaßt sein. Diese aktiven Sphinkteren liegen aber noch in der Media des Hauptgefäßes und stammen von der Mediamuskulatur ab.

3. Baueigentümlichkeiten der kleinen Gefäße

Die intramuralen Arterien sind durchweg zu dem rein muskulären Typ zu zählen. Die muskulöse Media beherrscht das Bild, und man ist oft überrascht zu sehen, welchen Durchmesser die Media dieser Gefäße erreichen kann im Vergleich zum Durchmesser ihres Lumens. Weiter mag man erstaunt sein, daß gerade bei den Arterien dieser Größenordnung kaum eine Beziehung mehr zwischen dem Alter des Tieres, der Dickwandigkeit und der entsprechenden Lumenweite des Gefäßes feststellbar ist. So lassen sich eher noch Beziehungen aufstellen zur Umgebung des Gefäßes. Liegt das Gefäß z. B. im lockeren Bindegewebe, so findet man meist eine weniger gut ausgebildete Media, dafür aber

eine kräftige Adventitia. Ist das Gefäß dagegen von kompaktem Muskelgewebe eingeschlossen, so sehen wir durchweg eine kräftig entwickelte Media, dafür oft kaum mehr eine Adventitia.

Von größtem Interesse sind auch beim Wild hier die architektonischen Sondervorrichtungen dieser arteriellen Strombahnen, wie sie in analoger Weise vom Menschen u. a. durch Zinck, Bucher und Hirsch, beim Tier dagegen bisher durch Fuchs, J. und Dahme bekannt wurden.

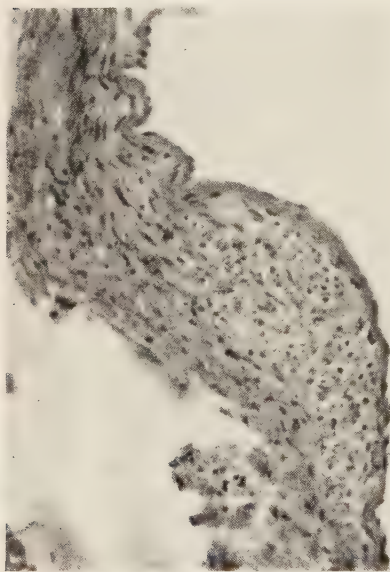


Abb. 7a.

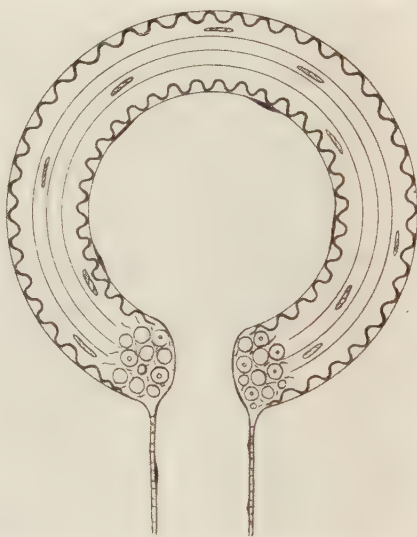


Abb. 7b.

Abb. 7a. Gefäßabgang einer mittelstarken Arterie aus der Kammerwand mit aktiven Sphinkteren vom Reh; etwa 8 Tage alt (Hämalaun-Eosin 400x; bei der Reproduktion etwas verkleinert).

Abb. 7b. Schema zu Abb. 7a nach Dahme.

Bei unserem Material konnten 2 Grundtypen von Sondervorrichtungen an den Arterienwänden der intramuralen Gefäße differenziert werden:

- a) Polsterbildungen der Intima,
- b) Polsterbildungen der Media.

Beide Abarten fanden wir besonders beim Reh, aber auch beim Rotwild und in allen Altersstufen. Bevorzugt fanden wir diese Sondereinrichtungen aber an intramuralen Arterien und Arteriolen, die in der Herzspitze oder in einem der beiden Herzhöhlen gelegen waren.

Zu a) Zu den häufigsten Sondereinrichtungen gehören zweifellos die elastisch-muskulösen Längsfaserpolster, wie sie allgemein in der Intima muskulöser Arterien bestimmter Organe und Körperregionen vorzukommen scheinen. Diese Intimapolster präsentieren sich entweder als geschlossene Kreise, d. h., sie liegen wie eine Manschette um das Lumen, oder man findet nur Segmente, d. h., nur ein Viertel oder die Hälfte der Intima wurde durch Einlagerung von Längsmuskelfasern zu einem Polster ausgebildet. Dieser Grundtyp (elastisch-musku-

löse Intimapokster) tritt aber in 3 Variationen auf: Bei der ersten Abart finden wir die Längspolster zwischen einer gut ausgebildeten Lamina elastica interna und dem Endothel als ringförmige (Abb. 8a und 8b) oder als segmentierte Vorbauchung eingeschlossen.

Bei der zweiten Abart sehen wir die Lamina elastica interna in 2 Längsblätter gespalten. Dazwischen finden wir das Längsmuskelpolster, welches nunmehr zum Endothel hin von der eigentlichen Lamina elastica interna und nach der Media zu von der Lamina elastica limitans begrenzt wird.

Bei der dritten Variante glaubt man an eine Aufspaltung der elastischen Membran in das Längsmuskelpolster. Zum Lumen hin wird das Polster vom Endothel begrenzt. Eine Abgrenzung zur Media kann lediglich durch eine verschwommene Membrana elastica limitans angedeutet sein; diese Grenzlamelle kann aber auch vollständig fehlen.

Zu b) Polsterbildungen in der Media sahen wir nur in 3 Fällen, und diese nur beim Reh. Über die Altersverteilung läßt sich folglich kaum eine Aussage machen. Fundstellen waren in 2 Fällen die Herzspitze und in einem Fall das linke Herzohr. Bei den beiden Fällen aus der Herzspitze sehen wir im Anschluß an das Endothel eine zarte Lamina elastica interna, darauf folgt eine mächtige Zone von Längsmuskelfasern, die zum Teil sogar in Kontraktion verharren und dadurch das Lumen relativ einengen. Die Zone der Kreismuskelschichten wird ganz an den Rand zur Adventitia hin verdrängt. In dem Fall aus dem Herzohr finden wir dagegen nur ein Teilpolster der Media vor.

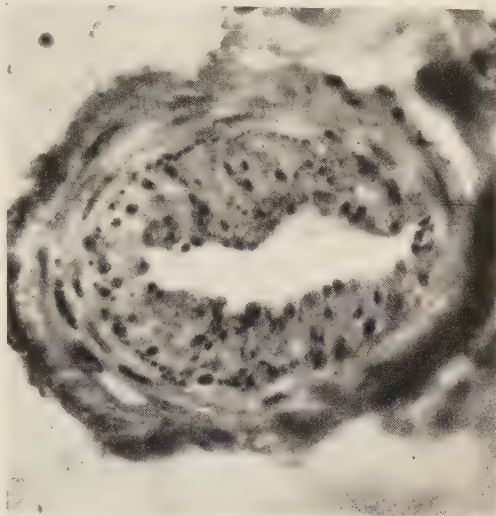


Abb. 8a. Intramurales Gefäß mit muskulös-elastischem Manschettenspolster aus der Herzspitze vom Reh; 10 bis 11jährig (Weigert-Elastica-van Gieson 400x).

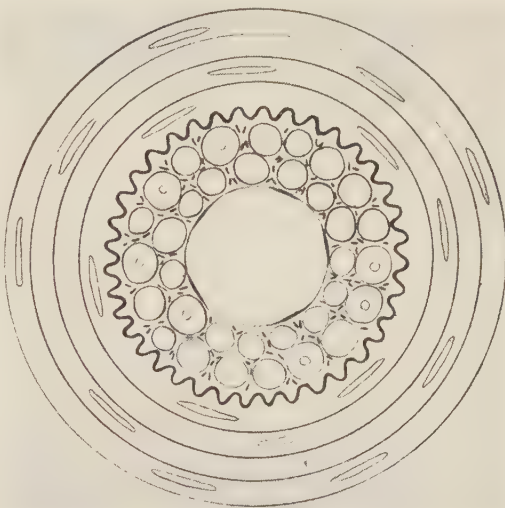


Abb. 8b. Schema zu Abb. 8a nach Dahme.

4. Gefäße mit besonderer Struktur

Benninghoff beschreibt als erster aus dem Herzen eines Hingerichteten Gefäße mit abweichendem Verhalten. Er fand kleine und mittelgroße Gefäße, die ungewöhnlich dickwandig waren und ausschließlich Längsmuskulatur besaßen. Er ordnet diese Gefäße den Venen zu, betont aber, daß es sich vorläufig um einen noch ungeklärten Einzelfall handelt. Hirsch beschreibt ähnliche Gefäße unter dem Begriff „Blutgefäße von unbestimmtem Charakter“. „Wir finden in dem histologischen Aufbau dieser eigenartigen Gefäße solche Elemente, die sie, besonders bei der gebräuchlichen HE-Färbung, als arterielle Gefäße

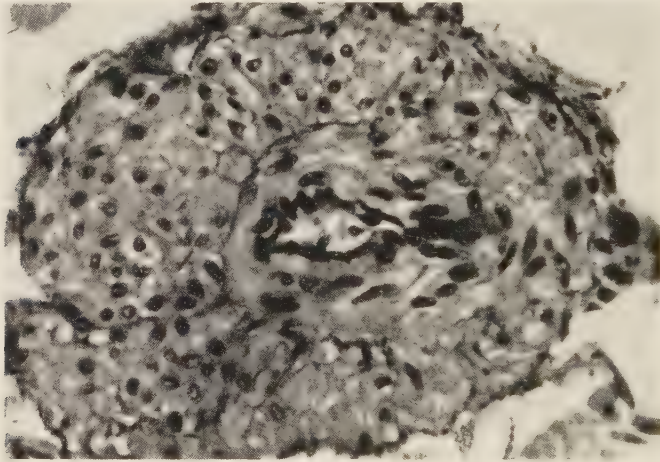


Abb. 9. Gefäß mit besonderer Struktur aus einem Herzhorn vom Rotwild; etwa 3–4 Wochen alt (Weigert-Elastica-Hämalaun 400×).

charakterisieren, während andere Einzelheiten der Struktur Veranlassung geben könnten, sie als Venen aufzufassen.“ Außerdem fand er im Wandbau eine Ähnlichkeit zu der von Benninghoff abgebildeten „kleinen Vene“. Bucher sah wahrscheinlich die gleichen Gefäße im Papillarmuskel des Menschenherzens: er schreibt, sie seien fälschlicherweise von Benninghoff als Venen angegeben worden, und ordnet sie selbst den Arterien zu.

Wir fanden nun beim Rotwild den gleichen Gefäßtyp, wie er von Benninghoff abgebildet wurde, allerdings in 2 Variationen, und zwar in 2 verschiedenen Fällen.

a) Die erste Variante stimmt sicher ganz mit der Abbildung von Benninghoff überein. Es handelt sich um ein recht dickwandiges Gefäß. Der Durchmesser der Wand steht aber in keinem Verhältnis mehr zum Lumendurchmesser. Vom Zentrum zur Peripherie finden wir folgende Schichten: Ein feines Endothelhäutchen, das einer zarten Lamina elastica interna dicht aufliegt. Dann folgen 2–3 rein zirkulär verlaufende Muskelschichten und hierauf mehrere Längsmuskelbündel. Die Längsmuskelfasern sind durch kollagene und elastische Fasern immer gruppenweise gebündelt. Die einzelnen Bündel werden in der Peripherie durch ein gemeinsames Band, die Adventitia, zusammengehalten (Abb. 9).

In demselben Schnitt fanden wir in näherer Umgebung mehrere derartige Gefäße vom gleichen Typ, allerdings mit unterschiedlich starkem Querschnitt, so daß wir der Meinung sind, daß es sich um ein und dasselbe Gefäße mit relativ stark gewundenem Verlauf handelt.

b) Eine Abart zu dem oben gezeigten Typ fanden wir bei einem weiteren Fall. Es handelt sich wiederum um ein außerordentlich dickwandiges Gefäß. Nur finden sich hier zwischen Adventitia und den Längsmuskelbündeln noch mehrere Reihen, etwa 4 bis 5, von zirkulär verlaufenden Muskelfasern eingeschoben. Wie unter den Abbildungen vermerkt, sahen wir diese Gefäße nur in den Herzohren.

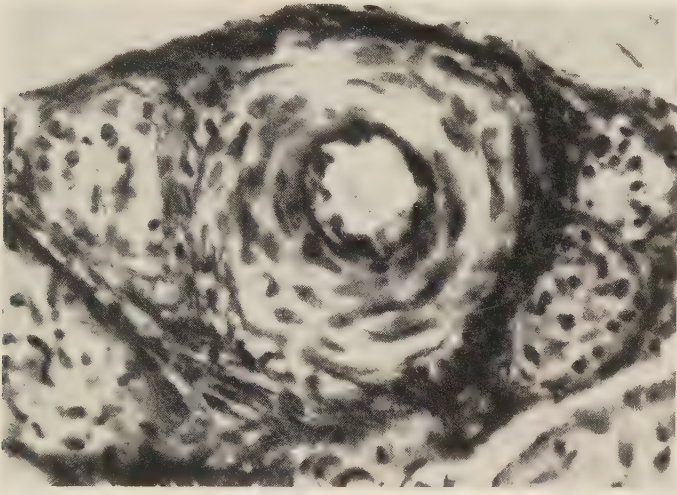


Abb. 10. Gefäß mit bilateral angeordneten Längsmuskelbündeln in der Adventitia vom Reh; 1jährig (Weigert-Elastica-Hämalaun 400x).

c) Ein weiteres Gefäß von besonderer Struktur konnten wir noch ausschließlich beim Reh und dort vornehmlich in der Herzspitze wie auch in den Herzohren beobachten. Es handelt sich ebenfalls um eine starkwandige Arterie mit rein zirkulär verlaufender Mediamuskulatur, die aber zusätzlich in der Adventitia Längsmuskelbündel aufweist. Diese Längsmuskelbündel zeigen sich in bilateraler Anordnung (Abb. 10). Höchstwahrscheinlich ist dieser Gefäßtyp mit jenem vom Menschen zu vergleichen, den Zinck dort im Sulcus coronarius fand. Also ebenfalls ein Gefäß, das seinem besonderen Aufbau entsprechend mit besonderen Aufgaben betraut sein muß. Wir sind sehr geneigt, diese Gefäße mit besonderer Struktur den arterio-venösen Kurzschlußapparaten zuzuordnen.

C. Altersveränderungen an Herzgefäßen beim Reh und Rothirsch

Alterserscheinungen, wie sie bisher an Gefäßen bei unseren Haustieren, insbesondere beim Hund, gesehen wurden, oder gar Altersveränderungen, wie sie an Gefäßen des Menschen festzustellen sind, ließen sich bei unserem Material nicht ausfindig machen. Nicht zu übersehen ist aber, daß unserem Material der

Mangel anhaftet, daß es meist von Tieren stammt, die ihr natürliches Alter noch bei weitem nicht erreicht haben. Die Fälle, die als „senil“ zu betrachten sind, reichen leider nicht aus, um daraus genügende Schlüsse ziehen zu können.

Unsere Beobachtungen über Veränderungen durch das Alter beziehen sich alle nur auf die Gruppe der großen Gefäße. Bei den mittleren und kleineren Arterien konnten wir, wie schon oben erwähnt, selbst bei unseren ältesten Fällen keine Abweichungen vom Normalbau finden.

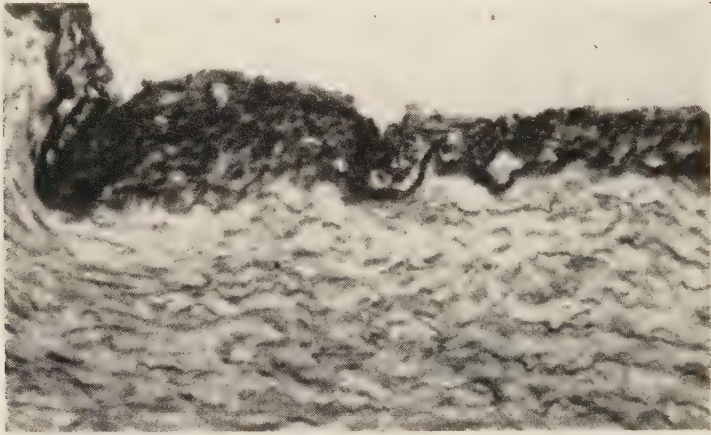


Abb. 11. Aufspaltung der Lamina elastica interna aus dem Ramus longitudinalis sinister vom Rotwild; etwa 4 Wochen alt (Weigert-Elastica-Hämalaun 400×).

Markant bleibt zunächst das gesamte Größenwachstum der Koronargefäße bei beiden Wildarten, welches etwa mit einem Jahr beim Reh und mit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Jahren beim Rotwild abgeschlossen sein dürfte. Dieses Alter trifft mit dem Abschluß des Körperwachstums zusammen. Man findet nicht nur eine Zunahme in der Wanddicke der Arterien, sondern auch eine Vergrößerung des Lumens. Beim Wachstum der Koronararterienwand sind alle 3 Schichten, Intima, Media und Adventitia, in gleichem Verhältnis betroffen. Besonders auffallend sind aber in der Wachstumsphase die Zunahme und das Stärkerwerden der elastischen Fasern. Beim Rotwildkalb und vor allem beim Rehkitz erscheinen die elastischen Fasern zunächst als feine, zwischen den Muskelfasern der Media eingestreute Fibrillen, die sich dann im Laufe von wenigen Monaten zu kräftigen Faserzügen ausbilden, gegenseitig innigsten Kontakt aufnehmen und die Muskelfasern dann mehr und mehr netzförmig umspinnen.

Bis zu unseren ältesten Fällen suchten wir aber fast vergebens nach weiteren Veränderungen. Beim Rehwild fielen uns lediglich in 3 Fällen, beim Rotwild dagegen nur einmal leichte Intimaveränderungen auf. In 2 Fällen, bei einem 1- und einem 5jährigen Reh, fanden wir in der Intima des Ramus longitudinalis sinister eine Aufspaltung der Lamina elastica interna in 2–3 Parallelzügen. Die Zwischenräume sind mit kollagenem Bindegewebe ausgefüllt.

Das gleiche Bild sahen wir auch einmal bei einem Rotwildkalb an gleicher Stelle (Abb. 11).

Bei dem 3. Fall vom Reh handelt es sich lediglich um eine leichte Hyperplasie der Intima, die sich aber nur auf eine gewisse Teilstrecke bezieht.

Bei unseren ältesten Rehen, einem Bock und einer Geiß im Alter von je 12 Jahren, glauben wir, im Vergleich zu den vorhergehenden Fällen eine Zunahme des bindegewebigen Anteils auf Kosten der beiden differenzierten Gewebe, Muskelgewebe und elastischer Faseranteil, feststellen zu können. Selbst diese Befunde sind aber dem Alter entsprechend als „normal“ zu bezeichnen und vielleicht unter dem Begriff „Altersfibrose“ zu sammeln.

Außerdem möchten wir noch bemerken, daß die Suche nach fettiger Entartung oder feintropfiger Fett- bzw. Lipoideinlagerung in den Gefrierschnitten, gefärbt nach Hämalan-Fettponceau, ergebnislos verlief.

Besprechung der Befunde

Im Vergleich mit den Untersuchungen von Edholm, Schweisheimer, Benninghoff, Wolkoff, Wolff, Spalteholz und Hochrein, Gross und Mitarbeiter, Hirsch u. a. fanden wir eine große Ähnlichkeit im feingeweblichen Aufbau der Koronararterien vom Rehwild und Rothirsch mit dem der Kranzarterien des Menschen. Nach den Angaben von Fuchs, J. sollen ähnliche Beziehungen im Aufbau der großen Koronargefäße zwischen denen des Rinder- und denen des Menschenherzens bestehen.

Lange Zeit bestanden nun in der Medizin Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich der Zuordnung der Koronararterien zum elastisch-muskulösen oder dem rein muskulösen Arterientyp. Dietrich schreibt schon, daß die Herzkranzarterien den elastinösen Arterien näher stünden als den muskulösen. Benninghoff dagegen meint aber noch, daß davon keine Rede sein könne. Wir schließen uns der Meinung von Hirsch an und ordnen auf Grund der im Mediaaufbau bestehenden Ähnlichkeit mit den Koronargefäßen des Menschen die großen Herzgefäße der beiden Wildarten als Zwischenstufe zwischen muskulösem und elastischem Arterientyp ein. Damit stehen wir im Gegensatz zu Fuchs, J. und Benninghoff, die die großen Koronargefäße des Rindes bzw. des Menschen zum muskulösen Typ zählen.

Den größten tierartlichen Unterschied zwischen Reh- und Rotwild sahen wir im Gehalt an elastischen Fasern, besonders in der Media der großen Herzgefäße. Fuchs, J. fand gleiche Verschiedenheiten zwischen Pferd und Rind und führt diese auf gewisse Domestikationerscheinungen zurück. Der erhöhte Elastin Gehalt in der Media des Pferdes könnte nach Fuchs, J. auch auf eine höhere Kreislaufbelastung zurückzuführen sein. Nach unseren Befunden ist diese Theorie sicher nicht aufrechtzuerhalten.

Der geringere elastische Faseranteil beim Reh scheint durch die spiralig verlaufende Mediamuskulatur ausgeglichen zu werden. Durch die mit der Systole des Herzens ausgeworfene Blutmenge erfahren besonders die herznahen Gefäße eine starke Ausdehnung, die in der Diastole wieder verschwindet. Da die Koronararterien aber fast rechtwinkelig aus der Aorta abzweigen, fällt wohl ihre Hauptdurchströmung in die Phase der Diastole, so daß die Koronararterien unter viel geringerem Druck stehen und das elastische Element in der Gefäßwand zurücktreten kann. Alle noch nötige Längsausdehnung der Koronargefäße wird wie in anderen herznahen Gefäßen vom elastischen Gewebsteil übernom-

men (so wahrscheinlich beim Pferd und Rotwild), bei anderen Säugern dagegen mehr durch eine spiraltourige Anordnung der Muskulatur ausgeglichen (so wahrscheinlich beim Reh, Rind und auch beim Menschen). Nach Wolff kann die spiralg angeordnete Mediamuskulatur in eine quere und eine senkrechte Komponente zerlegt werden und hat somit einen Einfluß auf die Weite des Lumens. Nach unserer Meinung besteht außerdem nach dem Gesetz des Kräfteparallelogramms auch ein Einfluß auf die Längsausdehnung des Gefäßes. Solange die Gefäße noch im relativ lockeren Gewebe des Sulcus coronarius, des Sulcus longitudinalis sinister oder dexter verlaufen, scheint besonders die Längenausdehnung dieser Gefäße eine Rolle zu spielen, denn die Windkesselwirkung der Aorta muß ja kontinuierlich weitergeleitet werden. Bei den Tochtergefäßen I. und II. Ordnung, die zum Teil schon fest im Herzmuskel eingeschlossen sind, erscheint dagegen der Einfluß der spiraltourigen Mediamuskulatur auf die Weitstellung des Lumens von größter Bedeutung für die gleichmäßige Blutverteilung.

Unter den Strukturbesonderheiten der Herzstrombahn seien zunächst die elastisch-kollagenen Intimapolster der großen Gefäße erwähnt. Polster dieser Art sind ja aus anderen Gefäßprovinzen ebenfalls bekannt. Ihnen kommt sicher eine rein passive Aufgabe zu. Entsprechend ihrer Lage kann angenommen werden, daß durch sie die Pulswelle aufgefangen wird, um Wirbelwirkungen zu verhüten und damit eine kontinuierliche Blutströmung zu gewährleisten.

Anders steht es mit den Muskelsphinkteren der mittleren Gefäße. Sie dürfen wohl mit den Sphinkteren der Herzarterien des Menschen verglichen werden, die dort erstmals Zinck beschrieben hatte. Ähnliche Bildungen hatte wahrscheinlich auch Fuchs, J. beim Rind und Pferd gefunden, wie er unter dem Kapitel „Polsterbildungen der Media“ mitteilt. Gleichartige „Muskuläre Arterienwülste“ sind ja schon in vielen peripheren Kreislaufgebieten beschrieben worden (Kux, Märk, Watzka u. a.), und wir schließen uns den genannten Autoren an, indem wir diese Muskelsphinkteren als eine Einrichtung deuten, die den Blutfluß in das Seitengefäß durch aktive Kontraktion regelt.

Die Deutung der elastisch-muskulösen Polster der kleinen Gefäße erscheint am schwierigsten. Für das Arbeitsprinzip dieser Gefäße dürfte es sicher nebensächlich sein, ob die Längsmuskelpolster, je nach der Anordnung der elastischen Membranen, der Intima oder der Media zugeordnet werden. Derartige Gefäße wurden bisher als Sperrgefäße angesehen, und namentlich Zinck betont bei diesen Sperrgefäßen des Menschen: „Es handelt sich um eine anatomische, normale Architektur und nicht um Anpassung der Innenhaut im Sinne einer Reaktion auf besondere Strömungsbedingungen.“ An Ästen der Arteria bronchialis werden neuerdings solche Sondereinrichtungen von Weibel in Zweifel gestellt. Er befestigte Mesenterialgefäße operativ am Zwerchfell von Versuchstieren und sah nach relativ kurzer Zeit Längsmuskelzüge in der Gefäßintima entstehen. Nach Weibels Auffassung sollen also diese Längsmuskelbildungen durch Zugbelastung entstehen, um gleichzeitig eine Überdehnung der Arterie zu verhüten. Dieses Prinzip gelte für alle Organe, die starken Größenschwankungen und dynamischen Belastungen unterliegen. Zur Stützung seiner Theorie zieht Weibel die Behauptung heran, daß Arterien mit Längsmuskelpolstern beim Menschen erst im 2. Lebensjahrzehnt zu finden seien. Hierzu möchten wir noch einmal Zinck zitieren, der allerdings nur zu den Herzgefäßen des Menschen.

die solche Längsmuskelpolster aufweisen. Stellung nimmt: „Diese Polster sind grundsätzlich dieselben im ersten Lebensjahr wie in späteren Jahrzehnten und stellen ein wesentliches architektonisches Merkmal der Gefäße dar, wie es bei anderen Abgängen aus der Aorta nicht vorkommt.“ Auch wir fanden solche Sperrarterien bei unseren jüngsten Tieren und können deshalb hinsichtlich der Herzgefäße der Weibelschen Auffassung nicht zustimmen. Wir glauben eher mit Bucher, daß man gerade in der Deutung dieser Gefäße nicht vorsichtig genug sein kann und daß die bisherigen Untersuchungen noch nicht genügen, um bestimmte Aussagen über den Sinn jener Gefäßstrukturen machen zu können. Was die Altersentwicklung dieser Regulationseinrichtungen des Herzens betrifft, scheinen unsere Befunde mit denen von Rotter übereinzustimmen, wonach solche Bildungen im Laufe des Alters an Zahl und Mannigfaltigkeit zunehmen.

Bei den Gefäßen mit besonderer Struktur könnte leicht der Gedanke an eine Entartung der Mediamuskulatur auftauchen. Brenner fand den gleichen Gefäßtyp wie wir unter 4a in der Lunge – er zeigt auch eine Abbildung – und begründet diesen eigenartigen Bau als pathologisch bedingte Mediahypertrophie. Wenn man aber das niedrige Alter der Tiere in Betracht zieht und zum anderen die spärlichen Veränderungen der vorliegenden Herzgefäße ins Auge faßt, erscheint diese Auffassung abwegig. Sigurousskaja fand ähnliche Gefäße als Vasa vasorum der Arteria pulmonalis. Auch sie zeigt eine entsprechende Abbildung, erklärt aber diesen Gefäßtyp als arterio-venöse Anastomose. Dieser Meinung neigen auch wir zu. Zumindest halten wir jene Gefäße für eine bestimmte Vorstufe von Kurzschlußapparaten und können damit auch die Auffassung von Hirsch über den „unbestimmten Charakter jener Gefäße“ unterstreichen. Die Abwandlung zur Anordnung in bilaterale Längsmuskelbündel unter 4c ist höchstwahrscheinlich als eine Abart der beiden erstbeschriebenen Gefäßtypen aufzufassen. Sicher läßt sich darüber streiten, ob diese Längsfaserbündel noch zur Media oder schon zur Adventitia zu zählen sind, was aber bei Gefäßen dieser Größenordnung für ihren Arbeitsmechanismus keine bedeutende Rolle spielen dürfte.

Unsere Befunde über Altersveränderungen der Herzgefäße der beiden Wildarten stehen in deutlichem Gegensatz zu den zahlreichen Beschreibungen über physiologische und pathologische Alterserscheinungen an den Blutgefäßen des Menschen und der domestizierten Tiere. Wohl können wir nach unserem Material aus Gründen, die schon angegeben wurden, bei weitem keine endgültigen Aussagen machen, doch fällt immerhin die geringe Neigung der Herzblutgefäße zur Bildung pathologischer Strukturveränderungen auf.

Besonders zu beachten sind wohl in diesem Zusammenhang die bisher einzigen Angaben über Gefäßveränderungen an wildlebenden Tieren von Fox. Bei 5464 vorgenommenen Sektionen an gefangengehaltenen wilden Tieren fand er nur 1,5% Gefäßveränderungen. Selbst zu diesem geringen Prozentsatz meint Fox, daß wahrscheinlich diese zahlenmäßig geringen Veränderungen noch durch Gefangenschaft, teilweise unnatürliche Nahrung und zu geringe Bewegung verursacht seien. Unsere Untersuchungen können diesen von Fox ausgesprochenen Verdacht in gewissem Sinne bestätigen.

Zusammenfassung

An einem Material von 38 Reh- und 8 Rotwildherzen werden die Strukturbesonderheiten der extra- und intramural gelegenen Gefäße erörtert. Dazu

werden Herzgefäße beider Wildarten zunächst größenordnungsmäßig in 3 Abschnitte eingeteilt. Ein 4. Abschnitt behandelt Gefäße mit besonderem Wandaufbau. Aus dem Vergleich zwischen Reh und Rothirsch ergibt sich, daß vor allem der Gehalt an elastischen Fasern in den großen und mittleren Arterien beim Reh geringer ist als beim Rothirsch. Die großen Herzgefäße beider Wildarten ordnen wir dem elastisch-muskulösen, die mittleren und kleinen dem muskulösen Arterientyp zu.

An Sondereinrichtungen der Herzgefäße beider Wildarten können den bisher schon bekannten Sondereinrichtungen der Herzgefäße von Mensch, Hund, Pferd und Rind folgende Punkte hinzugefügt werden. Sie werden als ein System der Druck- und Strömungsregulation gedeutet.

1. Elastisch-kollagene Intimapolster an Abzweigungen der großen Koronargefäße,

2. muskulöse Mediasphinkteren an Abzweigungen der mittleren Gefäße,

3. stark spiraltourig verlaufende Mediamuskulatur der mittleren Gefäße,

4. elastisch-muskulöse Polster der kleinen Gefäße (Polster- oder Sperrarterien),

5. kleine Gefäße mit besonderer Struktur.

Zum Schluß werden die Altersveränderungen erörtert. Als deutlichste Befunde ergeben sich zunächst eine allgemeine Zunahme der Gefäßdicke und ein Größerwerden des Lumens, etwa bis zu einem Jahr beim Reh und 1½-2 Jahren beim Rothirsch. Dies wird aber nur an den großen Koronargefäßen deutlich. Im Alter – ab 12 Jahren – kann bei den großen Herzgefäßen von einer allgemeinen Altersfibrose gesprochen werden. Darüber hinaus lassen sich von den rein altersbedingten Veränderungen 4 Fälle mit leichter Intimaverdickung abgrenzen.

Schrifttum

- Ackerknecht, E. und Krause, C.: Kreislauforgane. In: Joest Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. **5**, 49–58 (1929).
- Aschoff, A.: Entwicklungs-, Wachstums- und Altersvorgänge an den Gefäßen vom elastischen und muskulären Typus. G. Fischer-Verlag, Jena 1908.
- Balo', I. und Banga, I.: Die Zerstörung der elastischen Fasern der Gefäßwand. Schweiz. Arch. Path. Bakt. **12**, 350–362 (1949).
- Baur, L.: Morphologische Betrachtungen über Herzmuskel- und Herzgefäßerkrankungen bei der Herzmuskelhypertrophie des Hundes. Zugleich ein Beitrag zum Problem „Hypertonie und Arteriosklerose“. Vet.-med. Diss., München 1955.
- Beneke: Zur Genese der Koronarsklerose. Verh. Dtsch. Path. Ges. **25**, 251–261 (1930).
- Benninghoff, A.: Blutgefäße und Herz. In: v. Möllendorffs Handb. d. mikrosk. Anat. d. Menschen **6** (1930).
- Boessneck, J.: Polstergefäße im Psaltersegel des Schafes. Zschr. f. Zellforsch. **45**, 31–38 (1956).
- Brenner, O.: Pathologie of the vessels of the pulmonary circulation. Arch. of Int. Med. **56**, 976–1014 (1953).
- Bucher, O.: Einige Bemerkungen zur Arbeit von S. Hirsch über „Grundsätzliches zur Frage der Regulationseinrichtungen im Koronarkreislauf“. Acta Anatomica **8**, 185–188 (1949).
- Ders.: Über den Bau der Blutgefäße des menschlichen Herzens. Acta Anatomica **3**, 162 (1947).
- Ders.: Sondervorrichtungen an Kranzgefäßen. Schweiz. Med. Wschr. **75**, 966–969 (1945).

- Ders.: Polsterbildung in Arterien des Myocards (Polkissen und Polsterarterien). Schweiz. Med. Wschr. **74**, 522 (1944).
- Bürger, M.: Die chemischen Altersveränderungen an Gefäßen. Zschr. Neurol. Berlin **167**, 273 (1939).
- Clara, M.: Die arterio-venösen Anastomosen der Vögel und Säugetiere. Ergebn. Anat. u. Entw. **27**, 246 (1927).
- Ders.: Die arterio-venösen Anastomosen. I. A. Barth, Leipzig 1939.
- Condorelli, L.: Die Ernährung des Herzens und die Folgen ihrer Störung. Dresden u. Leipzig 1932.
- Conti, G.: Über das Vorkommen von Sperreinrichtungen in Arterien mit spezieller Berücksichtigung der „gestielten Polster“. Acta Anatomica **18**, 234–255 (1953).
- Ders.: Dispositifs de Régulation du Courant, Sanguin le long des artères du système de conduction du Coeur Humain. Acta Anatomica **11**, 383–400 (1951).
- Dahme, E.: Über die Beurteilung der Angiopathien bei chronisch-sklerosierenden Nierenerkrankungen des Hundes. Arch. exp. Veterinärmed. **11**, 4/5 (1957).
- Ders.: Probleme der Arterioskleroseforschung beim Haustier. München. Med. Wschr. **441** (1958).
- Ders.: Gestalt und Entstehung der Pulmonalsklerose beim Tier. Mh. Vet. Med. **13**, 325–331 (1958).
- Ders.: Der Gestaltswandel der Lunge und arteriellen Lungenstrombahn bei Störungen des kleinen Kreislaufes. Berliner u. Münchener Tierärztl. Wschr. **73**, 333–336 (1960).
- Ders. und Schlemmer, W.: Endokrin aktive Nebennierenmarktumoren des Hundes und ihre Auswirkungen auf die arterielle Blutstrombahn. Zentralbl. Vet.-Med. **6**, 249–259 (1959).
- Detweiler, D. K.: Heart disease in dogs. Univ. Pennsylvania. Vet. Exten. Quart. **125**, 21–77 (1952).
- Ders.: The clinical aspects of canine cardiology. Univ. Pennsylvania. Vet. Exten. Quart. **137**, 39–62 (1955).
- Ders.: The clinical aspects of heart disease in dogs. Vet. Scope **1**, 1–13 (1955).
- Ders.: Contraction of the diaphragm synchronous with the heart beat in dogs. J. A. V. M. A. **128**, 445–448 (1955).
- Ders.: Beobachtungen über Herzkrankheiten des Hundes. Schweiz. Arch. Tierheilk. **98**, 475–498 (1956).
- Ders.: Electrocardiographic and clinical features of spontaneous auricular fibrillation and flutter (Tachycardia) in dogs. Zentralbl. Vet.-Med. **6**, 509–556 (1957).
- Ders.: Cardiac arrhythmias, heart murmurs, and congestive heart failure in dogs. Vet.-Med. **53**, 253–262 (1958).
- Ders.: Perspectives in canine cardiology. Univ. Pennsylvania Vet. Exten. Quart. **149**, 27–48 (1958).
- Ders.: Chronic heart disease in dogs. In: Chronic disease in animals, their significance in public health. U. S. Dept. Health, Education and Welfare, C. D. C. Training Branch, Atlanta, Ga. 1958, 27–39.
- Ders. and Allam, M. W.: Persistent right aortic arch with associated esophageal dilatation in dogs. Cornell Vet. **1955**, 445–448.
- Ders., Hubben, K. and Patterson, D. F.: Survey of cardiovascular disease in dogs – preliminary report on the first 1,000 dogs screened. Am. J. of Vet. Res. **21**, 329–359 (1960).
- Dietrich, K.: Beiträge zur Pathologie der Arterien des Menschen. Virch. Arch. **274**, 452–527 (1929).
- Ebner, V. v.: Von den Blutgefäßen. In: Koellikers Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1902.
- Ders.: Über klappenartige Vorrichtungen in den Arterien der Schwellkörper. Verh. d. Anat. Ges. in Pavia. Ergh. z. Anat. Anz. **18**, 79 (1900).
- Edholm, G.: Über die Arteria coronaria cordis des Menschen. Anat. Anz. **42**, 124 (1912).

- Ehlers, H. H.: Beitrag zur Kenntnis der Altersveränderungen der Aorta ascendens beim Pferde, unter besonderer Berücksichtigung der Ursachen der spontanen Aortenrupturen. Vet.-med. Diss., Hannover 1940.
- Ellenberger-Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin 1943.
- Enrençin, Z.: Zit. nach Fuchs, J. (1953).
- Fox, H.: Disease in captive wild mammals and birds. J. B. Lippincott, Philadelphia 1923, 66–82.
- Ders.: Arteriosklerosis in wild animals. Amer. J. Med. Sc. **159**, 821–828 (1920).
- Frank, O.: Das Altern der Arterien. Sitz.-Ber. Ges. Morph. u. Physiol. München **37**, 23 (1926).
- Frey, W.: Verbrauch und Altern, Arteriosklerose. Nauheimer Fortbildungs-Lehrgänge **13** (1937).
- Fuchs, J.: Der Feinbau der Koronargefäße bei Pferd und Rind. Vet.-med. Diss., Zürich 1954.
- Fuchs, R. F.: Zur Physiologie und Wachstumsmechanik des Blutgefäßsystems. G. Fischer-Verlag, Jena 1902.
- Gasparini, F.: Baueigentümlichkeiten der Gefäße des Gaumensegels. (Arterio-venöse Anastomosen und Gefäßsperrern). Acta Anatomica **7**, 234–243 (1949).
- Gilpin, A.: Über die sogenannten Zellknospen in den Schilddrüsenarterien. Virch. Arch. **293**, 257–271 (1934).
- Goetz, R. H. und Meyer, W. W.: Über einige Strukturbesonderheiten der Aorta und Pulmonalis der Giraffe, eines Säugers mit hohem arteriellem Druck. Zschr. f. Kreislauf-forsch. **47**, H. 7/8 (1958).
- Gross, L., Epstein, E. and Kugel, M. A.: Histology of the coronary arteries and their branches in the human heart. Amer. J. Path. **10**, 253–273 (1934).
- Grosser, O.: Über arterio-venöse Anastomosen an den Extremitätenenden beim Menschen und den kralletragenden Säugetieren. Arch. mikr. Anat. **60**, 191–216 (1902).
- Hayek, H. v.: Über verschlußfähige Arterien in der menschlichen Lunge. Anat. Anz. **89**, 216–219 (1940).
- Heidenreich, J.: Morphologische Studien am Blutkreislauf der Lunge des Pferdes. Vet.-med. Diss., München 1960.
- Herzog, W.: Zur Gefäßhistologie des Magengeschwürs. Verh. Dtsch. Ges. f. Kreislauf-forschung **18**, 320–321 (1952).
- Hirsch, C., und Spalteholz, W.: Koronararterien und Herzmuskel. Dtsch. Med. Wschr. **1907**, 790.
- Hirsch, S.: Grundsätzliches zur Frage der Regulationseinrichtungen im Koronarkreislauf. Acta Anatomica **8**, 168–184 (1949).
- Ders.: Antworten auf die Bemerkungen von O. Bucher. Acta Anatomica **8**, 188–189 (1949).
- Ders.: Herzarteriolen, Arteriosklerose des Herzens und Anatomie des Koronarsystems. (Bemerkungen zu der Arbeit von C. Wegelin über Arteriosklerose im Myocard.) Schweiz. Med. Wschr. **75**, 539–541 (1945).
- Ders.: Über die Anfänge der Arteriosklerose. Cardiologia **7/8**, 169–232 (1943/44).
- Ders.: Über den feineren Bau der Kranzgefäße, insbesondere über das Vorkommen autonomer Gefäßstrecken im menschlichen Herzen. Cardiologia **6**, 105–135 (1942).
- Ders.: Über Blutstromregulatoren im Koronarsystem des Menschen und über die Möglichkeit, sie histologisch nachzuweisen. Cardiologia **6**, 31–42 (1942).
- Ders.: Altern und Krankheit. Ergebn. in Med. u. Kinderheilk. **32**, 215 (1927).
- Ders.: Das Altern und Sterben des Menschen. Handb. der normal. u. path. Physiologie **17**, 752–900, Springer, Berlin 1926.
- Hoyer, H.: Über unmittelbare Einmündungen kleinster Arterien in Gefäßäste venösen Charakters. Arch. f. mikr. Anat. **13**, 306 (1877).

- Hueck, W.: Anatomisches zur Frage nach Wesen und Ursache der Arteriosklerose. München. Med. Wschr. **671**, 535–538 (1920).
- Jores, L.: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie. II. Herz und Gefäße. Springer-Verlag 1924.
- Kádár, F.: Topographische Beziehung zwischen arteriellen und venösen Kranzgefäßen des Herzens. Anat. Anz. **103**, 112–115 (1956).
- Kapál, E.: Physiologie der Altersveränderungen der Gefäße. In: Nauheimer Fortbildungs-Lehrgänge **23**, 31–40 (1958).
- Kitt, Th.: Über Altersveränderungen der Gefäße. In: Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haustiere, Enke-Verlag, Stuttgart 1931.
- Könn, G.: Über eine Erkrankung der Sperrarterien und der arterio-venösen Anastomosen der Lunge. Beitr. path. Anat. **115**, 295–312 (1955).
- Krause, C.: Weitere Untersuchungen über die genuinen Veränderungen der Blutgefäße unserer Haustiere. (Altersveränderungen der großen Arterien des Büffels.) Virch. Arch. **282**, 821–843 (1931).
- Ders.: Zur Frage der Arteriosklerose bei Rind, Pferd und Hund. Zieglers Beitr. z. path. Anat. u. z. allg. Path. **70**, 121–178 (1922).
- Kux, E.: Über muskuläre Drosselvorrichtungen („Zellknospen“, – „Polster“) in Arterien der Schilddrüse. Virch. Arch. **290**, IV, 358–364 (1934/35).
- Märk, W.: Arterio-venöse Anastomosen in Lippen und Nase der Säugetiere. Zschr. f. mikr.-anat. Forsch. **52**, 1–31 (1942).
- Ders.: Über arterio-venöse Anastomosen, Gefäßsperrung und Gefäße mit epitheloiden Zellen beim Menschen. Zschr. f. mikr.-anat. Forsch. **50**, 392–444 (1941).
- Mathias, J.: Die Regulierung des arteriellen Blutstromes in der Nierenrinde. Wien. klin. Wschr. **47**, 1444 (1934).
- Mathis, I. und Eglitis, I.: Über besondere Einrichtungen an Schlagadern zur Regelung des Blutstromes. Anat. Anz. **83**, 40–44 (1936/37).
- Mayer, S.: Die Muskularisierung der kapillaren Blutgefäße. Anat. Anz. **21**, 442–455 (1902).
- Merkel, H.: Über verschlußfähige Bronchialarterien. Virch. Arch. **308**, 303–310 (1942).
- Nussbaum, A.: Das Gefäßsystem des Herzens. Arch. mikr. Anat. **80**, 450–477 (1912).
- Rotter, W., Wellmer, H. K., Heinrichs, G. und Müller, W.: Zur Orthologie und Pathologie der Polsterarterien (sog. Verzweigungs- und Sporenpolster) des Gehirns. Beitr. path. Anat. **115**, 253, Jena 1955.
- Ders. und Schürmann, R.: Die Blutgefäße des menschlichen Penis (Beitrag zur Orthologie und Pathologie der Regulationssysteme des peripheren Kreislaufes – Arterio-venöse Anastomosen, Sperrarterien und Drosselvenen). Virch. Arch. **318**, 352–393 (1950).
- Ders.: Zur pathologischen Anatomie der arterio-venösen Anastomosen, epitheloiden Gefäßwandzellen und Sperrarterien. Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. **18**, 278–288 (1952).
- Ders.: Die Sperr- (Polster- bzw. Drossel-) Arterien der Nieren des Menschen. Zschr. f. Zellforsch. **37**, 101 (1952).
- Ders.: Zur Orthologie und Pathologie der peripheren Regulationssysteme des Kreislaufes. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. **5**, 813–825 (1950).
- Ders.: Die Bedeutung der arteriellen Sperrmechanismen für die pathologische Anatomie. Verh. Dtsch. Ges. Path., 33. Tagung, 397–402 (1949).
- Ders.: Über die Bedeutung der Ernährungsstörung, insbesondere des Sauerstoffmangels für die Pathogenese der Gefäßwandveränderungen mit besonderer Berücksichtigung der „Endarteriitis obliterans“ und der „Arteriosklerose“. Beitr. path. Anat. **110**, 46 (1949).
- Sigourouskaja, E. A.: Echte arterio-venöse Anastomosen in der Wand der Lungenarterie. Ark. Pat. (russ.) **16**, 81–82 (1954).

- Schmidt, W.: Untersuchungen über die Gewichtsverhältnisse und den histologischen Aufbau normaler und hypertrophischer Hundeherzen, mit besonderer Berücksichtigung der Kapillarisierung. Vet.-med. Diss., München 1957.
- Schmiedl, H.: Die histologischen Veränderungen der Arteria mesenterica superior in den verschiedenen Lebensaltern. Zeitschr. f. Heilk. **28**, 165–193 (1907).
- Schumacher, S. v.: Über das Glomerulus coccygeum des Menschen und die Glomeruli caudales der Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat. **71**, 58–115 (1908).
- Ders.: Über die Bedeutung der arterio-venösen Anastomosen und der epitheloiden Muskelzellen (Quellzellen). Zschr. f. mikr.-anat. Forsch. **43**, 107–130 (1938).
- Schwarz, H.: Chemische Untersuchungen an Pferdearterien. (Beiträge zur Physiologie des Alterns.) Zschr. exper. Med. **101**, 475–564 (1937).
- Schweisheimer, W.: Das Herz und die Blutgefäße. Bergmann-Verlag, München 1923.
- Spalteholz, W.: Die Arterien der Herzwand. (Anatomische Untersuchungen an Menschen- und Tierherzen.) Leipzig 1924.
- Ders. und Hochrein, M.: Die anatomische und funktionelle Beschaffenheit der Koronararterienwand. Arch. exper. Path. **163**, 333–352 (1931).
- Spanner, R.: Zur Anatomie der arterio-venösen Anastomosen. Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. **18**, 257–277 (1952).
- Ders.: Untersuchungen des Schilddrüsenkreislaufes vom Menschen. München. Med. Wschr. **85**, 2011 (1938).
- Ders.: Der Abkürzungskreislauf der menschlichen Niere. Beitrag zur Kenntnis der Leistungszuteilung ihres Gefäßsystems. Klin. Wschr. **16**, 1421 (1937).
- Spörri, H.: Warum ist das Schwein für den Herztod prädisponiert? Zentralbl. f. Vet.-Med. **1**, 799–809 (1954).
- Stammmler, M.: Über die fibröse Entartung der Arterienmuskulatur. Zentralbl. Path. **34**, 169–177 (1923).
- Stallmann, B.: Untersuchungen verschieden alter Pferdearterien auf ihren Gehalt an Chondroitinschwefelsäure. (Beiträge zur Physiologie des Alterns.) Zschr. exper. Med. **101**, 175–177 (1937).
- Staubesand, J.: Neue Befunde zur Histophysiologie der Glomusorgane. Verh. Dtsch. Ges. f. Kreislaufforsch. **18**, 315–318 (1952).
- Stenius, P. J.: Untersuchungen zur Kenntnis der Altersveränderungen an den Blutgefäßen des Hundes. Vet.-med. Diss., Leipzig 1928.
- Tischendorf, F.: Experimentelle Untersuchungen zur Histo-Biologie der arterio-venösen Anastomosen. Zschr. f. mikr.-anat. Forsch. **43**, 153–178 (1938).
- Troitzkaja-Andreewa, A. M.: Zur Kenntnis der Altersveränderungen der Arterien. Frankf. Zschr. Path. **41**, 120–135 (1931).
- Watzka, M.: Über Sperrvenen in der menschlichen Schilddrüse. Zschr. f. mikr.-anat. Forsch. **50**, 366–370 (1941).
- Ders.: Über Gefäßsperrern, arterio-venöse Anastomosen und den Erythrozytenabbau im Rinderlymphknoten. Zschr. f. mikr.-anat. Forsch. **39**, 250–262 (1936).
- Ders.: Über Gefäßsperrern und arterio-venöse Anastomosen. Zschr. f. mikr.-anat. Forsch. **39**, 521–544 (1936).
- Wegelin, C.: Bemerkungen zur Arbeit von S. Hirsch über „Herzarteriolen, Arteriosklerose des Herzens und Autonomie des Koronarsystems“. Schweiz. Med. Wschr. **75**, 542 (1945).
- Ders.: Über Arteriosklerose im Myocard. Schweiz. Med. Wschr. **74**, 57–60 (1944).
- Weibel, E.: Die Entstehung der Längsmuskulatur in den Ästen der Arteria bronchialis. Zschr. f. Zellforsch. **47**, 440–468 (1958).
- Wolff, K.: Die Längs- und Spiralanordnung der Muskulatur in der Media der Papillarmuskelschlagadern. Virch. Arch. **276**, 259–278 (1930).
- Wolkoff, K.: Über die Arteriosklerose der Koronararterien des Herzens. Beitr. path. Anat. **82**, 555–596 (1929).

Ders.: Über die Altersveränderungen der Arterien bei Tieren. Virch. Arch. **252**, 208–228 (1924).

Ders.: Über die histologische Struktur der Koronararterien des menschlichen Herzens. Virch. Arch. **241**, 42–58 (1923).

Zinck, K. H.: Sondervorrichtungen an den Kranzgefäßen. Klin. Wschr. **21**, 311–312 (1942).

Ders.: Weiteres über Sondervorrichtungen an Kranzgefäßen. Klin. Wschr. **20**, 1032 (1941).

Ders.: Sondervorrichtungen an Kranzgefäßen und ihre Beziehung zu Koronarinfarkt und miliaren Nekrosen. Virch. Arch. **305**, 288–297 (1939).

Verfasser: Dr. med. vet. Herwart Kreß, Institut für Tierpathologie der Universität München, München 22, Veterinärstraße 13.

Lebenslauf

Am 5. Oktober 1934 wurde ich, Herwart Kreß, als Sohn des Forstassessors Carl Kreß und dessen Ehefrau Christa Kreß, geb. Becker, zu Aschaffenburg geboren.

Infolge verschiedener Versetzungen meines Vaters besuchte ich von 1941 bis 1946 die Volksschulen in Bad Neustadt (Saale), Neuwirtshaus und Rupboden (Rhön). Von 1946 bis 1949 besuchte ich die Oberrealschule in Bad Brückenau (Rhön) und ab Ostern 1949 die Oberrealschule an der Wölkernstraße in Nürnberg, wo ich im Juni 1955 die Reifeprüfung ablegte.

Seit dem Wintersemester 1955/56 studierte ich an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München und war in sämtlichen 9 Semestern an der Münchner Universität immatrikuliert.

Im August 1960 beendete ich mein Hochschulexamen. Mit der vorliegenden Arbeit begann ich im Sommer 1958.